COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTE ET UNIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1905.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1905

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une inégalité relative à la connexion linéaire et sur le calcul du genre numérique d'une surface algébrique.* Note de M. **Émile Picard**.

1. Je me propose de faire ici diverses remarques relatives à la théorie des surfaces algébriques, en prenant toujours pour base l'équation différentielle linéaire E, dont je rappelle la définition et diverses propriétés. L'équation de la surface du degré m étant désignée par

$$f(x, y, z) = 0, \tag{1}$$

une intégrale de seconde espèce arbitraire de la courbe (1) entre x et z, de la forme

$$\int \frac{Q(x, y, z)\,dx}{f'_z}, \tag{2}$$

où $Q(x, y, z)$ est un polynome s'annulant pour la courbe double de la surface, a ses périodes fonctions de y satisfaisant à une équation différentielle linéaire E d'ordre $2p$, dont le groupe ne dépend que de la surface.

J'ai démontré antérieurement à son sujet la propriété fondamentale que la courbe (1) entre x et z possède r cycles distincts donnant des périodes *qui sont des polynomes en* y si l'on désigne par r le nombre des intégrales de différentielles totales distinctes de seconde espèce de la surface proposée. La réciproque est exacte. Ces r cycles sont d'ailleurs r cycles linéaires distincts de la surface algébrique f.

2. Ces propriétés rappelées, j'énonce encore un théorème facile à établir sur les intégrales abéliennes de première espèce d'une courbe algébrique de genre p. Soient

$$I_1, \quad I_2, \quad \ldots, \quad I_q \qquad (q < p),$$

q intégrales de première espèce distinctes d'une telle courbe : le nombre des périodes arithmétiquement distinctes d'une combinaison linéaire arbitraire de ces intégrales *ne peut être inférieur à* $2q$.

3. Revenons maintenant à la surface (1). Dans sa théorie du genre *numérique* p_n d'une surface, M. Enriques désigne par

$$\omega_h \qquad (h \geqq m-3)$$

le *défaut* du système de courbes découpées sur un plan arbitraire par les surfaces adjointes à f d'ordre h; à partir d'une certaine valeur de h, on a $\omega_h = 0$. M. Enriques a montré qu'en désignant par p_g le genre *géométrique* et par p_n le genre *numérique* de la surface f, on a

$$(3) \qquad p_g - p_n = \sum_{m-3} \omega_h,$$

la sommation étant étendue depuis $h = m-3$ jusqu'au moment où ω_h est nul. J'ai reproduit sa démonstration dans ma *Théorie des fonctions algébriques de deux variables* (t. II, p. 88).

En désignant, comme habituellement, par p le genre d'une section plane arbitraire de la surface, nous pourrons évidemment former $p - \omega_{m-3}$ intégrales distinctes de première espèce de la courbe (1) entre x et z, qui seront de la forme

$$(4) \qquad \int \frac{Q_k(x, y, z)\,dx}{f'_z} \qquad (k = 1, 2, \ldots, p - \omega_{m-3}),$$

où $Q_k = 0$ est une adjointe d'ordre $m-3$ de la surface.

Or il y a r périodes distinctes de (4) qui, d'après le théorème rappelé au n° 1, *doivent être des polynomes en y*. Mais on voit de suite que toutes les périodes de (4) s'annulent pour $y = \infty$ (d'après le degré de Q). Ces r polynomes sont donc identiquement nuls, et l'ensemble des intégrales (4) n'a donc que $2p - r$ périodes distinctes au plus.

Nous pouvons alors appliquer le théorème du n° 2, ce qui donne l'inégalité

$$2p - r \geqq 2(p - \omega_{m-3}),$$

c'est-à-dire

$$r \leqq 2\omega_{m-3}. \tag{5}$$

Telle est l'inégalité que je voulais établir, et qui appelle une remarque importante.

4. M. Castelnuovo a récemment établi la relation très remarquable

$$r = 2(p_g - p_n), \tag{6}$$

et ce résultat a été retrouvé de manières différentes par M. Severi et par moi (voir *Comptes rendus*, 16 janvier, 23 janvier et 3 avril 1905). Or la comparaison de (5) et (6) conduit à

$$p_g - p_n \leqq \omega_{m-3}.$$

Mais comme, d'autre part, d'après (3) $p_g - p_n$ n'est pas inférieur à ω_{m-3}, *il faut conclure à l'égalité inattendue*

$$p_g - p_n = \omega_{m-3}. \tag{7}$$

Ainsi tous les ω_h ($h \geqq m - 2$) sont nuls.

Cette relation m'a étonné, car je croyais qu'il y avait des surfaces pour lesquelles tous ces ω n'étaient pas nuls, comme on pouvait le présumer d'après les Mémoires de M. Enriques. Aussi ai-je communiqué mon résultat à l'éminent géomètre; mais il m'a répondu qu'il ne possédait pas d'exemple de surface pour laquelle on ait

$$\omega_h \neq 0 \, (h \geqq m - 2),$$

quoiqu'il en eût autrefois cherché. On voit que c'est par un détour singulier que j'arrive à la relation (7); il serait à désirer qu'on la confirmât par une démonstration directe purement géométrique.

5. La surface f possède $2\omega_{m-3}$ intégrales de différentielles totales de *seconde*

espèce (transcendantes), parmi lesquelles il y en a ω_{m-3} de *première espèce*. On peut faire une remarque intéressante sur les intégrales de première espèce de la courbe (1) entre x et z. Il y a d'abord les $p - \omega_{m-3}$ intégrales (4), ayant r périodes nulles et $2p - r$ autres périodes [1] (r étant ici égal à $2\omega_{m-3}$). Si l'on considère d'autre part les intégrales de différentielles totales de première espèce de la surface

$$\int \frac{P_s dx + R_s dy}{f'_z} \qquad (s = 1, 2, \ldots, \omega_{m-3}),$$

on complète l'ensemble des p intégrales de première espèce de notre courbe, en joignant aux intégrales (4) les intégrales

$$(8) \qquad \int \frac{P_s(x, y, z)\,dx}{f'_z} \qquad (s = 1, 2, \ldots, \omega_{m-3}).$$

Ici $P_s(x, y, z) = 0$ représente une adjointe d'ordre $m - 2$ qui est d'ordre $m - 3$ en x et z. Relativement aux r cycles, dont il a été parlé plus haut, les périodes des intégrales (8) sont des constantes (c'est-à-dire indépendantes de y), et relativement à $2p - r$ autres cycles distincts des premiers, elles sont nulles, si ces cycles ont été convenablement choisis.

On voit alors immédiatement quelle est la disposition du Tableau des périodes des p intégrales de première espèce (4) et (8) de la courbe, dépendant du paramètre y, représentée par l'équation $f(x, y, z) = 0$. On a là *un exemple de réduction intéressant dans les périodes des intégrales de première espèce* d'une courbe algébrique.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Propagation des ondes le long d'une colonne liquide compressible, se composant de filets à vitesses inégales et remplissant un tuyau élastique horizontal, sans tension longitudinale.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. Resal me paraît avoir, le premier ou un des premiers, dans une courte Note du 27 mars 1876 (*Comptes rendus*, t. LXXXII, p. 698), soumis au calcul les mouvements que propage le long d'une colonne liquide l'élas-

(1) L'équation E relative à une intégrale arbitraire (4) est seulement d'ordre

$$2p - 2\omega_{m-3}.$$

ticité du tuyau qui la contient, comme sont, par exemple, les battements du *pouls* dans les artères, les ondes longitudinales de l'eau remplissant le tube en caoutchouc de certains appareils de Marey pour l'enregistrement ou l'imitation de phénomènes physiologiques, enfin, les *coups de bélier* provoqués, dans les tuyaux de conduite, par toute brusque variation de la vitesse d'écoulement et, par suite, de la pression. Comme Resal avait spécialement en vue la colonne liquide, sans écoulement, contenue dans un tube en caoutchouc généralement un peu plus long que la distance de ses deux extrémités et, d'ailleurs, incomparablement plus dilatable par la pression intérieure que n'est compressible le liquide, il a pu négliger, avec une certaine approximation, les actions mutuelles des anneaux juxtaposés composant le tube, et admettre le parallélisme des tranches avec l'incompressibilité des volumes fluides. Il obtient ainsi, pour le carré de la vitesse de propagation des ondes, le quotient, par la densité ρ du liquide, de l'élasticité E de traction du tube, multipliée par le petit rapport de l'épaisseur ε de la paroi au diamètre intérieur 2R.

Dans un Mémoire intitulé *Théorie générale du mouvement varié de l'eau dans les tuyaux de conduite* (*Revue de Mécanique*, janvier et mars 1904), M. Alliévi a généralisé très heureusement, presque sans la compliquer, la formule de Resal, en tenant compte de la compressibilité du liquide, comme il le fallait bien eu égard à la grande rigidité des tuyaux de conduite, mais en faisant encore l'hypothèse du parallélisme des tranches, rendue peu acceptable par l'inégale rapidité des filets fluides dans ces tuyaux, et en continuant enfin à admettre l'indépendance relative des anneaux circulaires contigus du tuyau.

Cette dernière hypothèse, quoique moins approchée pour un tel tuyau que pour un tube lâche, et qui ne serait pleinement justifiée que dans le cas d'une paroi non isotrope *très extensible suivant la longueur*, est inévitable dès qu'on veut pouvoir traiter la question. Car le problème ne serait plus réductible à une seule équation aux dérivées partielles, s'il fallait tenir compte des actions mutuelles des anneaux ([1]). Mais il y a lieu de ne pas négliger les inégalités de vitesse des filets fluides : c'est ce que je me propose de faire ici.

II. Supposons d'abord en repos (comme le fait Resal), et même sans pression, la colonne liquide, d'ailleurs dépourvue de pesanteur ou hori-

([1]) Ou, ce qui revient au même, de celles que, par l'intermédiaire de la paroi, deux tronçons fluides *non contigus* pourraient exercer l'un sur l'autre.

zontale, et à sections circulaires d'un rayon R constant autour de l'axe des x. Puis exerçons sur elle une pression uniforme qui lui fera éprouver, à partir d'une certaine section $x = 0$ censée être restée dans son plan primitif, les petites contractions statiques, soit cubique, soit surtout en longueur, nécessaires à l'existence de cette pression, vu les légères dilatations latérales simultanées qui tendront uniformément les fibres annulaires du tuyau pour leur permettre d'équilibrer cette tension intérieure. Produisons enfin, à partir d'un moment donné $t = 0$, sur le fluide ainsi revenu au repos, des variations de pression communes à toute la section $x = 0$, en déplaçant, par exemple, celle-ci normalement à son plan.

Il en résultera plus ou moins vite, dans toute la colonne, des déplacements *presque parallèles* à l'axe et aussi, par suite, des variations de la pression p sensiblement pareilles sur toute l'étendue des sections normales, ou fonction seulement de x et de t. Chaque tronçon de la colonne, primitivement compris entre les abscisses x_0 et $x_0 + dx_0$ acquerra suivant les x, par l'effet des chutes de pression s'y observant, des vitesses longitudinales u communes, assez lentement variables avec x_0 *en raison de leur rapide propagation;* et les tronçons se conserveront ainsi presque cylindriques durant des temps notables, à cause de la petitesse qu'ont les frottements dans les fluides.

Appelons ξ le déplacement total, jusqu'à l'époque t et suivant les x, de la première base du tronçon, d'abscisse primitive x_0, mais d'abscisse actuelle $x = x_0 + \xi$; et soient ∂ le petit écartement relatif $\frac{d\xi}{dx_0}$ des deux bases du tronçon, ∂' la dilatation analogue, comparable à ∂, des rayons primitifs R de celles-ci ou des fibres longitudinales 2πR de l'anneau de paroi entourant le tronçon, fibres dont E désignera le coefficient ordinaire d'élasticité; enfin, ε l'épaisseur du tuyau à l'état naturel, supposée petite devant R. L'accroissement R∂' des rayons sera négligeable à côté de ξ; et, par suite, les vitesses et accélérations, *suivant les rayons,* tant du tronçon fluide que de la paroi, seront peu de chose à côté de celles du mouvement *longitudinal* du fluide. C'est dire que les inerties en jeu dans le tuyau, transversales ou même, par suite, longitudinales, et aussi celles du fluide *suivant les sens normaux à l'axe,* seront insensibles *comparativement aux inerties du fluide suivant l'axe.*

III. Or celles-ci, dues à la *différence* des pressions exercées sur les deux bases du tronçon, pressions *presque égales* même quand la distance de ces bases est prise comparable à R, sont très faibles à côté de la pression sur

une seule base et, par suite, à côté de la pression $p(2\text{R}\,dx)$ sur une section méridienne $2\text{R}\,dx$ du tronçon menée suivant l'axe, ou, encore, à côté de la tension, $(\text{E}\partial')(2\varepsilon\,dx)$ très sensiblement, du demi-anneau de paroi limité par cette section méridienne, tension censée équilibrer la pression $2\text{R}p\,dx$, *aux inerties transversales près* [1]. Donc, à bien plus forte raison, les inerties transversales, tant du fluide que du tuyau, dont il s'agit ici, sont négligeables devant la pression $2\text{R}p\,dx$; et il vient, par la suppression du facteur commun $2\,dx$,

$$(1)\qquad \text{E}\varepsilon\partial' = \text{R}p; \qquad \text{d'où} \qquad \partial' = \frac{\text{R}}{\varepsilon}\frac{p}{\text{E}}.$$

D'autre part, si k désigne le coefficient d'élasticité du fluide (inverse de la *compressibilité*), rapport de la pression p à la contraction cubique $-\partial - 2\partial'$, on a $-p = k(\partial + 2\partial')$, formule d'où l'élimination de ∂' par (1) déduira la relation, *caractéristique du problème*, existant entre la *tension* $-p$ de la colonne par unité de section normale et l'*allongement relatif* correspondant ∂. Appelant ρ_0 la densité du liquide à l'état naturel, très peu différente de la densité effective ρ sous la pression variable p, posons

$$(2)\qquad \frac{1}{\omega^2} = \frac{\rho_0}{k} + \frac{\rho_0}{\text{E}}\frac{2\text{R}}{\varepsilon};$$

et la formule caractéristique obtenue sera

$$(3)\qquad -p = \rho_0\omega^2\partial = \rho_0\omega^2\frac{d\xi}{dx_0}.$$

La méthode ordinaire pour le calcul de tous les petits mouvements longitudinaux en déduit immédiatement l'équation aux dérivées partielles du problème :

$$(4)\qquad \frac{d^2\xi}{dt^2} = \omega^2\frac{d^2\xi}{dx_0^2}; \qquad \text{d'où, aussi,} \qquad \frac{d^2(p, \text{U})}{dt^2} = \omega^2\frac{d^2(p, \text{U})}{dx_0^2},$$

U désignant la vitesse moyenne de débit à travers chaque section, vitesse identique, ici, à la dérivée, u, de ξ en t. Enfin, à raison de la petitesse de la dérivée de ξ en x_0, l'on peut, sans changement appréciable des dérivées partielles de ξ, substituer à t et à x_0, comme variables indépendantes, t et

---

[1] Puisque l'on néglige les actions mutuelles des anneaux du tuyau contigus, chaque anneau se comporte comme s'il était seul en présence du tronçon fluide sous-jacent de même longueur.

$x_0 + \xi$, c'est-à-dire t et x; ce qui donne les équations définitives

$$(5) \qquad \frac{d^2(p, U)}{dt^2} = \omega^2 \frac{d^2(p, U)}{dx^2}.$$

Ce sont celles de M. Allievi, avec la valeur de la *célérité* ou vitesse de propagation ω qui résulte de (2).

IV. Mais reconnaissons qu'elles subsistent, quand la colonne liquide est déjà, au moment où d'assez rapides changements de la pression l'atteignent près d'une section $x = 0$, en train de couler par filets rectilignes et parallèles *inégalement rapides*, animés de vitesses u_0 comparables à celles que vont produire ces changements et, par conséquent, toujours très petites à côté de la célérité ω. C'est ce qui arrive, par exemple, quand la longueur du tuyau est suffisante pour que les petits frottements des filets et de la paroi, quoique négligeables sur des parcours x comme ceux que nous considérons ici, aient établi, concurremment avec une petite *pente motrice* ainsi neutralisée par eux, un régime uniforme dans la région des x positifs.

Alors la première équation d'Euler, $u' = -\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx}$, est applicable aux mouvements ondulatoires *survenus assez vite*; car les frottements et la petite composante de la pesanteur suivant les x (ou le petit décroissement analogue de la pression) y sont relativement insensibles. Or, les vitesses *engendrées* $u - u_0$ étant encore censées principalement longitudinales, la pression p et, par suite, la densité ρ, continuent à ne dépendre guère que de x et de t. Donc l'accélération u' est encore commune à toute une section σ et même (vu la rapidité de la propagation comparativement à la différence des *parcours effectifs* jusqu'à l'instant t), commune à tout le fluide d'une région de longueur modérée. Les accroissements $u - u_0$ de vitesse sont, par suite, pareils pour tout ce fluide et égaux à leur *moyenne*, $U - U_0$ (à très peu près), dont la dérivée en t, prise sur place, exprime, dès lors, sensiblement u'. Ainsi, la première équation d'Euler devient

$$(6) \qquad \frac{dU}{dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} = \text{(à très peu près)} \quad -\frac{1}{\rho_0}\frac{dp}{dx}.$$

Faisons, d'autre part, dans l'équation usuelle $\frac{d.\rho\sigma}{dt} + \frac{d.\rho\sigma U}{dx} = 0$ de la conservation des masses, $\rho = \rho_0\left(1 + \frac{p}{k}\right)$ et $\sigma = \sigma_0\left(1 + \frac{2R}{E\varepsilon}p\right)$, formules dont la première est évidente et dont la seconde résulte de (1). Il viendra

aisément, vu (2),

$$\frac{dU}{dx} = -\frac{1}{\rho_0 \omega^2}\frac{dp}{dt}. \tag{7}$$

Or, l'élimination immédiate soit de U, soit de p, entre (6) et (7) donne bien les deux équations cherchées (5).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides camphoacétique et β-camphopropionique.* Note de M. **A. Haller.**

Dans un travail fait en commun avec M. Couréménos [1], nous avons montré que, lorsqu'on chauffe du camphre cyanosodé ou du camphre cyanopotassé avec les éthers-sels des acides acétique, propionique et isobutyrique halogénés, on obtient des molécules dans lesquelles les restes $-CH^2.CO^2-R$, $CH^3-\underset{|}{CH}-CO^2R$ et $\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!CCO^2R$ sont unis au cyanocamphre par l'oxygène de ce dernier composé :

$$C^8H^{14}\!<\!\begin{matrix}C.CN\\ \| \\ CO.CH^2.CO^2R\end{matrix} \qquad C^8H^{14}\!<\!\begin{matrix}C.CN \\ \| \qquad\quad CH^3 \\ CO.\underset{}{CH}-CO^2R\end{matrix}$$

Éther o.-cyanocamphoacétique. — Éther o.-cyanocamphopropionique α.

Dans toutes ces réactions, le camphre cyané se comporte donc comme une molécule énolique. Comme ce dérivé cyané est le nitrile de l'acide camphocarbonique, nous avons cherché à nous rendre compte de la façon dont les éthers de cet acide se comportent vis-à-vis des éthers halogènes de la série grasse.

Nous avons choisi dans ce but le camphocarbonate de méthyle.

Carboxyméthylcamphoacétate de méthyle $C^8H^{14}\!<\!\begin{matrix}C\!<\!\begin{matrix}CO^2CH^3\\CH^2.CO^2CH^3\end{matrix}\\ | \\ CO\end{matrix}$. —

A 42^g de camphocarbonate de méthyle on ajoute une solution de $4^g,6$ de sodium dissous dans une quantité suffisante d'alcool méthylique absolu. Dans ce mélange, on introduit ensuite peu à peu, au moyen d'un entonnoir à robinet, et tout en chauffant au bain-marie, 40^g de monoiodacétate

[1] A. Haller et Couréménos, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1430.

de méthyle. On maintient le mélange à l'ébullition dans un appareil à reflux jusqu'à ce que le liquide étendu d'eau ne présente plus de réaction alcaline. Après avoir chassé l'excès d'alcool, on traite par l'eau pour dissoudre l'iodure de sodium, on agite avec de l'éther et l'on décante. La solution séchée sur du sulfate de soude anhydre est distillée pour éliminer l'éther, et l'huile restante est rectifiée dans le vide.

On obtient d'abord de l'éther camphocarbonique non entré en réaction, puis un produit huileux, jaunâtre, distillant entre 194° et 196° sous 15^{mm}, et ne cristallisant pas à 20° au-dessous de 0°.

Cette huile, dont la composition répond à la formule $C^{15}H^{22}O^5$, est soluble dans la plupart des solvants organiques, mais insoluble dans l'eau et les solutions alcalines.

Son pouvoir rotatoire spécifique dans l'alcool absolu $(\alpha) = +65°42'$; chauffée avec de la potasse alcoolique, elle donne naissance à du carbonate de potasse et du camphoacétate de potasse.

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}C\left\langle\begin{array}{l}CO^2CH^3\\CH^2CO^2CH^3\end{array}\right.\\ \vert \\ CO\end{array}\right. + 3\,KHO = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CH^2CO^2K\\ \vert \\ CO\end{array}\right. + 2\,CH^3OH + CO^3K^2.$$

Dans le but d'obtenir l'homologue supérieur de l'acide homocamphorique, nous avons chauffé cet éther avec de l'alcoolate de soude à une température de 200°-220°, espérant que l'un des noyaux du camphre subirait une rupture analogue à celle qui se produit quand on chauffe l'éther camphocarbonique avec le même alcoolate. Nous avons en effet montré que ce dernier éther se transforme en acide homocamphorique dans ces conditions (¹). L'opération avec le carboxyméthylcamphoacétate de méthyle n'a fourni qu'un acide visqueux incristallisable et dont nous n'avons pu isoler un corps à composition définie.

Si, dans la réaction qui a donné naissance à l'éther $C^{15}H^{22}O^5$, on remplace l'iodacétate de méthyle par les éthers chloro ou bromacétique, on constate qu'il n'y a aucune substitution et qu'on retrouve intégralement le camphocarbonate de méthyle.

Acide camphoacétique : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH\,CH^2CO^2H\\ \vert \\ CO\end{array}\right.$. — On prépare cet acide en chauffant l'éther mixte $C^{15}H^{22}O^5$ avec une solution concentrée de po-

(¹) A. HALLER et J. MINGUIN, *Comptes rendus*, CXL, p. 400.

tasse alcoolique. On arrête l'opération quand une portion de la liqueur étendue d'eau reste limpide. On la chauffe alors au bain-marie pour chasser l'alcool, et le résidu, repris par l'eau, est sursaturé par de l'acide sulfurique et agité avec de l'éther. La solution éthérée laisse par évaporation un corps huileux qu'on dissout dans l'eau bouillante. Par refroidissement, on obtient de belles aiguilles blanches et aplaties, fondant à 175°, et qui présentent la composition de l'acide camphoacétique.

La solution alcoolique de cet acide possède le pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_D = +70^\circ 42'.$$

Son sel de cuivre $(C^{12}H^{17}O^3)^2Cu$, obtenu par double décomposition entre l'acétate de cuivre et le camphoacétate de potasse, se présente sous la forme d'une poudre bleue insoluble dans l'eau.

Carboxyméthyl-β-camphopropionate de méthyle :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l} C\left\langle\begin{array}{l}CO^2CH^3\\ CH^2CH^2CO^2CH^3.\end{array}\right.\\ \mid \\ CO\end{array}\right.$$

Cet éther a été obtenu dans les mêmes conditions que son homologue inférieur en substituant l'éther β iodopropionique à l'iodacétate de méthyle. La réaction est toutefois plus laborieuse et les rendements plus faibles, par suite de la transformation d'une partie de l'éther iodé en éther acrylique, sous l'influence du méthylate de sodium.

Huile épaisse et jaunâtre distillant de 200° à 204° sous 10^{mm} et possédant le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +51^\circ 22'$.

Insoluble dans l'eau et les alcalis, cet éther se dissout dans l'alcool, l'éther, l'éther de pétrole et la plupart des solvants organiques.

Saponifié par la potasse alcoolique, il fournit un acide huileux et incristallisable. Il en est de même quand on le chauffe pendant 12 à 15 heures à 200°, avec de l'acide sulfurique à 10 pour 100. A l'ouverture des tubes scellés on observe un dégagement d'acide carbonique et l'on isole, à côté d'une partie d'éther non transformé, un produit soluble dans le carbonate de soude qui n'est autre que l'acide β-camphopropionique. Pour l'obtenir pur on le transforme en sel de plomb, soit en traitant le sel de soude neutre par l'acétate de plomb, soit en dissolvant l'acide brut dans l'eau bouillante et précipitant par le même sel de plomb. Le précipité, dans les deux cas, est recueilli, lavé à l'eau et dissous dans l'alcool. Par évaporation lente du dissolvant on obtient des mamelons blancs répondant à la formule $(C^{12}H^{19}O^3)^2Pb$. Ce sel broyé et mis en suspension dans l'eau

bouillante est ensuite décomposé par de l'hydrogène sulfuré. On filtre et l'on épuise la liqueur avec de l'éther.

Par évaporation, on obtient finalement un produit visqueux qui se prend peu à peu en une masse radiée.

L'*acide* β-*camphopropionique* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH - CH^2.CH^2.CO^2H\\ |\\ CO\end{array}\right.$ fond à 52°-53° et reste facilement en surfusion. Il est peu soluble dans l'eau chaude, d'où il se dépose en gouttelettes huileuses par refroidissement, mais il se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool absolu $[\alpha]_D = +45°35'$.

En résumé, ces recherches montrent que, à l'inverse de ce qui se passe avec le camphre cyanosodé qui, à part quelques exceptions que nous avons signalées en leur temps, fonctionne toujours comme molécule énolique, le camphocarbonate de méthyle se comporte comme un corps β-cétonique et fournit des produits en C, quand on traite son dérivé sodé soit par des iodures alcooliques (Minguin, Brühl, Haller), soit par des éthers iodés. Elles font voir en outre que, grâce à cette propriété que possède l'éther camphocarbonique, on peut facilement préparer ses homologues supérieurs en passant par les éthers doubles auxquels on enlève le groupement carboxyméthyle.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence, dans le Sureau noir, d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique.* Note de M. **Guignard**.

La formation de l'acide cyanhydrique chez les plantes, par décomposition de l'amygdaline ou d'un glucoside analogue, n'était connue naguère que chez les Amygdalées. Les recherches poursuivies dans ces derniers temps, surtout par M. Greshoff et par M. van Romburgh au Jardin botanique de Buitenzorg, ont accru notablement la liste des végétaux qui peuvent fournir ce composé, et l'on sait à présent que les plantes à acide cyanhydrique se répartissent en une quinzaine de familles très différentes. On connaît aussi les très intéressantes expériences faites par M. Treub sur le *Pangium edule* [1] et le *Phaseolus lunatus* [2], relativement à la formation

---

[1] M. Treub, *Sur la localisation, le transport et le rôle de l'acide cyanhydrique dans le* Pangium edule *Reinw.* (*Annales du Jardin botanique de Buitenzorg*, vol. XIII, 1895).

[2] *Nouvelles recherches sur le rôle de l'acide cyanhydrique dans les plantes vertes* (*Annales du Jardin botanique de Buitenzorg*, 2e série, vol. IV, 1905).

et au transport de cet acide, dont le rôle peut paraître aujourd'hui très important dans la synthèse végétale des composés organiques azotés. Ces expériences montrent que, dans ces deux espèces, l'acide cyanhydrique prend naissance dans les feuilles, où il semble représenter le premier produit reconnaissable de l'assimilation de l'azote dans les plantes vertes.

Toutefois, bien que le nombre des plantes connues pour fournir de l'acide cyanhydrique augmente chaque année, il est encore bien loin d'apporter un argument suffisamment probant en faveur de la généralité du fait en question. On peut supposer, il est vrai, que, si l'acide cyanhydrique ne s'observe que dans des cas relativement rares, c'est peut-être parce que sa formation représente ordinairement une phase transitoire et qu'il entre rapidement dans des combinaisons qui ne permettent plus de constater sa présence; autrement dit, dans la plupart des cas, la synthèse des composés azotés n'offrirait pas d'arrêt au stade cyanhydrique.

Quoi qu'il en soit à cet égard, la connaissance de nouveaux exemples de plantes à acide cyanhydrique ne peut qne contribuer à faire la lumière sur le rôle physiologique de ce composé chez les végétaux.

Au cours de recherches faites dans cette direction, nous avons pu retirer l'acide cyanhydrique de plusieurs plantes, dont l'une, très commune, nous paraît devoir être signalée dès à présent : c'est le Sureau noir (*Sambucus nigra* L.), depuis longtemps étudié par les chimistes, sans qu'aucun d'eux ne paraisse y avoir soupçonné l'existence d'un principe cyanogénétique.

Sans entrer ici dans le détail des manipulations nécessitées par cette étude, signalons seulement les principaux résultats qu'elle nous a donnés.

Dans le Sureau noir, l'organe qui fournit à la distillation la plus forte proportion d'acide cyanhydrique est la feuille fraîche. Cette proportion varie parfois dans d'assez larges limites, suivant le degré de développement des feuilles, la saison, la vigueur de la plante, etc. Les feuilles les plus développées, d'un vert sombre, provenant de rejets vigoureux, se sont montrées plus riches que celles de moindres dimensions développées sur les courtes branches de troncs chétifs ou très âgés. Dans les premières, on trouve, dans le courant du mois de juin, en moyenne $0^{g},010$ d'acide cyanhydrique pour 100 parties de folioles séparées du pétiole de la feuille composée.

Après les feuilles, ce sont les fruits en voie de développement et encore verts qui en fournissent le plus; mais il y a lieu de penser que la proportion de ce corps diminue avec les progrès de la maturation, car nous n'en avons

obtenu que des traces, ou même pas du tout, avec des fruits mûrs récoltés dans ces dernières années. L'observation nous permettra sans doute de confirmer bientôt cette supposition très vraisemblable.

L'écorce verte des rameaux de l'année est bien moins riche en principe cyanogénétique que les feuilles; en moyenne, la quantité d'acide cyanhydrique a été de 0g,003 pour 100.

Les fleurs fraîches, qu'il est impossible de séparer complètement de leurs pédoncules verts, n'ont fourni, à la dose de 100g, que des traces d'acide cyanhydrique; le même poids de fleurs sèches, dépourvues de leurs pédoncules, n'en a donné aussi que des traces encore moins sensibles.

Enfin, avec 100g d'écorce de racine fraîche, les premières portions du liquide distillé n'ont pas fourni la réaction du bleu de Prusse ([1]).

On a examiné en outre deux autres espèces : le Sureau à grappes ou Sureau de montagne (*Sambucus racemosa* L.) et l'Hièble ou Sureau en herbe (*S. Ebulus* L.). La première n'a pas donné de réactions suffisamment probantes, bien que l'on ait employé, pour la racine, 200g d'écorce et, pour la feuille, 100g; la seconde, avec les mêmes quantités de substance, ne laissait pas de doute sur la présence du principe cyanogénétique, qui ne s'y trouve pourtant qu'en proportion relativement très faible, même dans les feuilles.

Dans ses recherches sur le *Pangium edule* et le *Phaseolus lunatus*, M. Treub est arrivé à cette conclusion que l'acide cyanhydrique existe dans les feuilles de l'une et de l'autre plante, sous deux formes : à l'état *libre* ou *quasi libre*, et à l'état de glucoside. Il n'en est pas de même dans le Sureau. Si, en effet, après avoir laissé des feuilles se faner légèrement à l'ombre pendant un ou deux jours, de façon que la section de la base des folioles ne laisse pas suinter de liquide, on traite celles-ci par l'alcool absolu bouillant en les plongeant une à une dans le liquide afin de tuer le ferment qu'elles renferment, la recherche de l'acide cyanhydrique libre, qui doit être en solution dans l'alcool s'il existait dans les feuilles, donne un résultat négatif. Cet acide ne se trouve donc dans les tissus qu'à l'état de combinaison.

Quant à la nature de celle-ci, il y a lieu de penser qu'elle est représentée par un glucoside qui nous paraît différer de l'amygdaline des amandes amères et qui, sûrement, n'est pas identique à la phaséolunatine retirée du

([1]) Dans ces opérations, toutes les parties de la plante étaient, comme il convient, coturées avec soin et mises à macérer avec une quantité d'eau appropriée, pendant au moins 12 heures à une température d'environ 25°.

Phaseolus lunatus par MM. Dunstan et Henry [1]. Ces deux composés sont eux-mêmes différents de la lotusine du *Lotus arabicus* et de la dhurrine du *Sorghum vulgare*.

En tout cas, le glucoside du Sureau est dédoublé par une enzyme qui se comporte comme une émulsine, car on peut en constater la présence non seulement dans les organes les plus riches en glucoside, comme les feuilles, mais encore dans ceux qui n'en renferment que fort peu ou peut-être même pas du tout, comme les racines.

Pour le prouver, on fait agir l'écorce de la racine fraîche, l'écorce verte de la tige et le limbe des folioles sur l'amygdaline. Ces trois sortes d'organes sont finement broyés et placés respectivement, chacun à la dose de 10^g, dans trois flacons avec 50^{cm^3} d'eau thymolée et $0^g,20$ d'amygdaline. Trois autres flacons témoins sont préparés de la même façon, mais sans amygdaline. Les deux séries sont placées pendant 12 heures dans une étuve à $+30°$.

Après ce laps de temps, le dédoublement de l'amygdaline, reconnaissable à la formation de l'aldéhyde benzoïque et de l'acide cyanhydrique, est des plus manifestes dans les deux flacons de la première série qui contiennent l'écorce de la racine et celle de la tige. Des deux flacons témoins correspondants de la deuxième série, celui qui renferme l'écorce de la racine n'offre aucune odeur ni aucune réaction de l'acide cyanhydrique après distillation; celui qui contient l'écorce de la tige ne présente qu'une odeur très faible et seulement des traces d'acide cyanhydrique, provenant de la très petite quantité de composé cyanogénétique qui s'y trouvait à l'état normal. Quant au troisième flacon de la première série, renfermant le tissu foliaire, qui donne, à lui seul, une proportion d'acide cyanhydrique très appréciable aux réactifs, l'odorat permet aussi d'y constater assez facilement le dédoublement de l'amygdaline, et toute espèce de doute disparaît lorsque, après la distillation, l'on compare la quantité d'acide cyanhydrique formé à celle que l'on trouve dans le flacon témoin correspondant.

La présence de l'enzyme dans la feuille était d'ailleurs d'autant plus vraisemblable que l'acide cyanhydrique, comme nous l'avons montré, ne s'y trouve pas tout formé et que la feuille est précisément l'organe qui en fournit la plus forte proportion.

Au surplus, nous avons également obtenu, en traitant par l'alcool en excès les liquides de macération de l'écorce de la racine et de celle de la tige, un précipité qui contenait le ferment, car ce précipité permettait d'opérer le dédoublement de l'amygdaline.

Ce ferment existe aussi dans le Sureau à grappes et l'Hièble, où il est tout aussi facile de le mettre en évidence. Sa présence dans ces deux espèces était à prévoir, malgré l'absence possible du glucoside dans certains de

---

(1) R. Dunstan et T.-A. Henry, *Cyanogenesis in Plants*. Part. III. *On Phaseolunatine, the cyanogenetic glucoside of* Phaseolus lunatus (*Proceed. Royal Soc.*, vol. LXXII, n° 482, 19 octobre 1903).

leurs organes. On sait, en effet, notamment par ce qui se passe chez les Crucifères [1], dont les essences sulfurées résultent de l'action d'un ferment soluble, la myrosine, sur un glucoside spécial, le myronate de potassium, que, même dans des espèces où le glucoside ne se trouve qu'en très minime quantité ou fait complètement défaut, le ferment n'en existe pas moins. Dans cette famille, comme d'ailleurs dans les plantes chez lesquelles on rencontre un glucoside dédoublable par une enzyme, c'est toujours celle-ci qui apparaît en premier lieu, et en quantité de beaucoup supérieure à celle qui suffit à opérer le dédoublement du glucoside quand ce dernier accompagne le ferment soluble.

De la comparaison des divers organes du Sureau au point de vue de la proportion relative d'acide cyanhydrique qu'ils fournissent, on peut tirer cette conclusion, que le principe cyanogénétique se forme et offre son maximum dans la feuille; il ne s'accumule pas dans les organes de réserve. A cet égard, le Sureau diffère, notamment, de l'Amandier amer et du *Phaseolus lunatus*, dont les graines sont riches en glucoside; par contre, il ressemble au *Lotus arabicus* et au *Sorghum vulgare*, dans lesquels les glucosides cyanogénétiques, la lotusine et la dhurrine, qui ne sont pas identiques à l'amygdaline ou à la phaséolunatine, n'existent que temporairement, dans les tissus verts, pendant la période végétative où le métabolisme est actif, car ces deux glucosides disparaissent quand la plante mûrit et produit ses graines.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse des trois diméthylcyclohexanols tertiaires et des hydrocarbures qui s'y rattachent*. Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Nous avons décrit antérieurement [2] la préparation des trois méthylcyclohexanones, qui sont facilement engendrées à partir des trois crésols.

L'action de l'iodure de méthylmagnésium sur ces trois acétones nous a permis de préparer aisément avec un excellent rendement les trois diméthylcyclohexanols tertiaires correspondants.

---

(1) L. Guignard, *Sur la localisation des principes actifs des Crucifères* (*Journal de Botanique*, 1890).

(2) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 356.

1. En partant de la méthylcyclohexanone 1.2. (bouillant à 162°-163°), on prépare le *diméthyl*-1.2.-*cyclohexanol*-1 :

$$CH^3 - COH \begin{cases} CH^2 - CH^2 \\ CH \; - CH^2 \end{cases} CH^2. \quad (\text{CH}^3 \text{ on the CH})$$

C'est un liquide d'odeur camphrée, de densité $d_0^0 = 0,9365$. Il bout à 166° (corr.). Nous ne sommes pas parvenus à préparer son phényluréthane, l'action de l'isocyanate de phényle amenant toujours, même à froid, la déshydratation lente de l'alcool et par suite la formation exclusive de diphénylurée.

Le chlorure de zinc anhydre agit très facilement sur cet alcool pour donner un *diméthylcyclohexène* correspondant, liquide d'odeur peu agréable, de densité $d_0^0 = 0,8411$, bouillant à 132° (corr.).

Ce dernier hydrocarbure, hydrogéné sur le nickel vers 150° selon la méthode Sabatier et Senderens, se transforme intégralement en *diméthylcyclohexane*-1.2, $C^6H^{10}(CH^3)^2$, liquide d'odeur assez agréable, un peu camphrée, de densité $d_0^0 = 0,8002$, bouillant à 124° (corr.).

2. A partir de la méthylcyclohexanone-1.3 (bouillant à 169°), nous avons obtenu de même le *diméthyl*-1.3-*cyclohexanol*-1 :

$$CH^3 - COH \begin{cases} CH^2 - CH \begin{cases} CH^3 \\ \end{cases} \\ CH^2 - CH^2 \end{cases} CH^2.$$

C'est un liquide d'odeur un peu camphrée, plus visqueux que l'alcool ortho. Il bout à 169° (corr.). Sa densité est $d_0^0 = 0,9218$. Par l'action de l'isocyanate de phényle, il fournit peu à peu le phényluréthane, en cristaux épais, qui fondent à 93°.

Cet alcool, traité par le chlorure de zinc anhydre, donne un *diméthylcyclohexène*, bouillant à 124° (corr.); $d_0^0 = 0,8210$.

En appliquant à ce dernier l'hydrogénation par la méthode Sabatier et Senderens, nous l'avons changé totalement en *diméthylcyclohexane*-1.3, $C^6H^{10}(CH^3)^2$, liquide incolore, mobile, d'odeur un peu moisie, bouillant à 118° (corr.), de densité $d_0^0 = 0,7869$.

3. En partant de la méthylcyclohexanone-1.4 (bouillant à 169°,5), nous avons préparé le *diméthyl*-1.4-*cyclohexanol*-1 :

$$CH^3COH \begin{cases} CH^2 - CH^2 \\ CH^2 - CH^2 \end{cases} CH - CH^3.$$

Il forme des aiguilles allongées d'odeur pénétrante qui fondent à 50° et bouillent à 170° (corr.). Il fournit facilement un phényluréthane bien cristallisé qui fond à 103°.

Le chlorure de zinc anhydre en dégage aisément le *diméthylcyclohexène* correspondant, liquide mobile bouillant à 125° (corr.); $d_0^0 = 0,8208$.

L'hydrogénation sur le nickel vers 160° transforme totalement ce dernier carbure en *diméthylcyclohexane*-1.4, $C^6H^{10}(CH^3)^2$, liquide d'odeur agréable bouillant à 119° (corr.); $d_0^0 = 0,7861$.

Nous avons pu ainsi atteindre, à partir des trois crésols, les trois diméthylcyclohexanes ortho, méta et para, et nous avons trouvé que les carbures ainsi obtenus ont des propriétés extrêmement voisines de celles des trois diméthylcyclohexanes que l'un de nous a obtenus il y a quelques années, avec M. Senderens, par l'hydrogénation directe des trois xylènes (1).

Comme pour ces derniers carbures, le point d'ébullition du dérivé ortho est plus élevé que celui des dérivés méta et para. C'est le contraire pour les alcools correspondants et aussi pour les dérivés bisubstitués phénoliques.

PALÉONTOLOGIE. — *L'évolution des Mammifères tertiaires. Réponse aux observations de M. Boule.* Note de M. **Charles Depéret.**

M. le professeur Boule m'a adressé quelques observations (*Comptes rendus*, 19 juin 1905) au sujet de ma Note sur l'*Évolution des Mammifères tertiaires* (*Comptes rendus*, 5 juin 1905). Laissant de côté la discussion des *méthodes* et des *principes*, qui font l'objet essentiel de mon travail, il fait porter ses critiques sur deux points de l'histoire des Chevaux et des Ours, dont je me suis servi pour éclairer mon exposé théorique.

Ma réponse sera d'autant plus facile que M. Boule ne conteste pas, sur le fond, ma manière de voir relative à l'histoire de ces deux familles :

1° Pour l'évolution des Ursidés, j'ai donné les raisons pour lesquelles il ne me paraissait pas possible d'admettre la filiation de ce groupe, proposée dans le travail de MM. Gaudry et Boule. Ce dernier savant me rappelle que les auteurs de cette filiation ont pris le soin de formuler eux-mêmes quelques réserves sur la *réalité* de cette évolution, dans une Note infrapaginale de leur Mémoire. Il me semble que ces réserves sont assez difficiles à concilier avec la conclusion très affirmative de ce Mémoire, énoncée dans les termes suivants : « *L'origine et l'évolution paléontologique des Ours* sont assez bien connues dans leurs grands traits. Les planches XXI et XXII sont destinées à *représenter les principaux termes de cette évolution* (*Matériaux*

---

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 566 et 1254.

pour l'histoire des temps quaternaires, 4e fascicule, p. 113) ». Mais puisque M. Boule semble maintenant renoncer à défendre cette filiation, je suis heureux de nous trouver en accord complet sur ce point.

2° Pour l'histoire des Chevaux, M. Boule me met en contradiction avec moi-même sur un seul point de cette histoire ; les rapports de parenté de l'*Hipparion* et du Cheval. Il y a une quinzaine d'années, j'ai défendu, en effet, à la suite de M. Gaudry, quoique avec de fortes réserves, la parenté possible de ces deux genres.

Mais si j'ai cédé, trop facilement en cette circonstance, à la séduction trompeuse d'une *adaptation fonctionnelle*, l'expérience m'a appris, peu à peu, tous les dangers de cette méthode, que j'ai depuis longtemps abandonnée et que je combats justement dans ma Note en discussion. Ici encore, M. Boule, qui n'avait pas encore fait connaître jusqu'ici sa manière de voir sur la filiation des Équidés, se trouve d'accord avec moi pour renoncer à la phylogénie exposée dans les travaux de Huxley, de Kowalewski et de M. Gaudry.

Mais au-dessus de ces questions de détail, d'intérêt plutôt historique, se place une question de *méthode* qui est beaucoup plus importante. Je me sépare en effet très nettement de M. Boule, lorsqu'il pense que l'insuffisance des documents nous oblige à nous contenter pour longtemps encore de filiations par à peu près, à la manière ancienne. Je crois au contraire le moment venu de laisser de côté ces *méthodes approximatives,* qui ont pu jouer un rôle utile dans le passé, alors qu'il fallait lutter pour faire prévaloir les idées d'évolution, mais qui me semblent maintenant plutôt défavorables au progrès, en nous faisant illusion sur l'état réel d'avancement de notre Science. J'estime que nous devons nous efforcer de reconstituer avec rigueur et exactitude les *rameaux réels* qui représentent la généalogie *directe* de nos formes animales. Cela me paraît possible dès à présent, au moins pour un certain nombre de groupes, comme j'essayerai de le montrer. Je crois, en un mot, que l'*évolution paléontologique* doit devenir l'histoire de ce qui *s'est passé réellement,* et non de ce qui *aurait pu se passer* dans les temps anciens ; à mes yeux, tout le progrès des études paléontologiques est à ce prix.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre à la place devenue vacante, dans la Section de Physique, par le décès de M. *A. Potier*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 51 :

M. P. Curie obtient. . . . . 29 suffrages,
M. Gernez » . . . . 22 »

M. **P. Curie**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Leçons sur le froid industriel, par M. L. Marchis. (Présenté par M. Maurice Levy.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux dans le cas des ondes calorifiques et lumineuses.* Note de M. **André Broca**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note précédente (26 juin 1905) j'ai été conduit à admettre dans les métaux l'existence d'un pouvoir inducteur spécifique défini par $n^2 = 1,19 \times 2\lambda\tau$ pour la fréquence de 3 millions; n^2 serait le carré de l'indice s'il n'y avait pas de conductibilité, λ est la conductibilité en unités électrostatiques et τ la période. Ce résultat semble contredire les expériences de Rubens sur la réflexion métallique des ondes aux environs de 20^{μ}. Ces expériences vérifient, en effet, la formule de Planck (*Sitzungsberichte der k. p. Akademie der Wissenschaften*, 1903, t. I, p. 278)

qui donne pour le pouvoir réflecteur

$$R = 1 - \frac{2}{\sqrt{\lambda\tau}}.$$

Celui-ci a tiré cette expression de l'équation de Maxwell mise sous la forme

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} = v^2 \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} - 4\pi\lambda \frac{\partial P}{\partial t},$$

v étant la vitesse de la lumière; dans la suite du calcul il néglige même les termes en v^2, qui sont, en effet, négligeables, ce qui revient à faire l'hypothèse $n^2 = 0$. Ceci, malgré la différence entre les fréquences pour lesquelles les deux hypothèses sont faites, est *a priori* incompatible avec mon hypothèse qui donne à n^2 une valeur énorme, de l'ordre de $\lambda\tau$. Je vais montrer qu'en introduisant le coefficient n^2, on trouve une formule admettant à la fois la solution de Planck, et une autre compatible simultanément avec les expériences de Rubens et avec mon hypothèse.

L'équation (1) devient

$$(1') \qquad \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} = \frac{v^2}{n^2} \frac{\partial^2 P}{dx^2} - \frac{4\pi\lambda}{n^2} \frac{\partial P}{\partial t}.$$

Écrivons que l'onde plane parallèle à la surface

$$P = A e^{\omega\left[i\left(t - \frac{\xi x}{v}\right) - \frac{\theta}{v} x\right]}$$

satisfait à (1'). Posons $n^2 = \beta\lambda\tau$, les conditions sont

$$\theta = \sqrt{\frac{-\beta + \sqrt{\beta^2 + 4}}{4}} \sqrt{\lambda\tau}, \qquad \xi = \sqrt{\frac{\beta + \sqrt{\beta^2 + 4}}{4}} \sqrt{\lambda\tau}.$$

La formule de Cauchy pour le pouvoir réflecteur donne

$$R = \frac{(\xi - 1)^2 + \theta^2}{(\xi + 1)^2 + \theta^2} = \frac{\xi^2 + \theta^2 - 2\xi}{\xi^2 + \theta^2 + 2\xi}$$

en négligeant l'unité.

En développant et négligeant ce qui est négligeable, il vient

$$R = 1 - \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{\lambda\tau}} \sqrt{\frac{\beta + \sqrt{\beta^2 + 4}}{\beta^2 + 4}}.$$

Dans l'hypothèse $\beta = 0$, c'est la formule de Planck. L'expérience a vérifié celle-ci aux environs de 25^μ de longueur d'onde, cela veut dire simplement que l'on a alors

$$1 - \frac{2}{\sqrt{\lambda\tau}} = 1 - \frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{\lambda\tau}} \sqrt{\frac{\beta + \sqrt{\beta^2 + 4}}{\beta^2 + 4}} \qquad \text{ou} \qquad \sqrt{\beta^2 + 4} = \sqrt{2}\sqrt{\beta + \sqrt{\beta^2 + 4}}.$$

Cette équation admet deux solutions : celle de Planck $\beta = 0$, et une autre $\beta = 3,05$. Les autres sont imaginaires. La seconde solution donne $n^2 = 1,52 \times 2\lambda\tau$ tout à fait cohérent avec les résultats de ma dernière Note qui semblaient montrer un accroissement très lent de $\frac{n^2}{2\lambda\tau}$ au delà de la valeur 1,19 qu'il prend pour la fréquence de 3 millions.

D'ailleurs l'hypothèse que je viens de faire ne peut pas suffire plus que celle de Planck à expliquer les divergences qui se produisent entre l'expérience et la théorie basée sur les équations de Maxwell pour les longueurs d'onde plus courtes que 25^μ.

En effet, si nous posons $R = 1 - \frac{\eta}{\sqrt{\lambda\tau}}$, η devrait être égal à 2, d'après ce qui précède, pour 25^μ, et l'on trouve pour le cuivre, d'après les expériences de Rubens : $\eta = 1,9$ pour 25^μ, $\eta = 2,26$ pour 12^μ, $\eta = 1,56$ pour 8^μ, $\eta = 2,19$ pour 4^μ.

Ceci ne peut s'expliquer bien probablement que par l'existence de résonances moléculaires, comme l'a admis Rubens. Il en est de même pour la valeur de l'indice de réfraction très faible des métaux pour les ondes courtes. Celui-ci est en effet le coefficient ξ défini plus haut, et, pour les ondes ultra-violettes de $\frac{3}{10}$ de micron, on trouverait $\xi = 20$ dans l'hypothèse de Planck, $\xi = 20 \times 1,8$ dans la mienne, chiffres aussi difficiles l'un que l'autre à faire concorder avec le résultat 0,25 des mesures de Kundt.

Je conclurai de ce qui précède que l'hypothèse de l'existence d'un pouvoir inducteur spécifique considérable pour les métaux, si elle ne suffit peut-être pas à expliquer en détail toute l'optique des métaux, n'est au moins pas plus en contradiction avec elle que l'hypothèse faite par Planck que ce pouvoir inducteur spécifique est nul.

PHYSIQUE. — *Appareil de mesure des facteurs pénétration et quantité de rayons X, et totalisateur radiophotométrique.* Note de M. **G. Contremoulins**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note présentée en 1902 à l'Académie (¹) je décrivais un appareil de mesure de rayons X permettant d'évaluer simultanément la péné-

(¹) G. Contremoulins, *Recherche d'une unité de mesure pour la force de pénétration des rayons X et pour leur quantité* (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 649).

tration et la quantité des radiations émises par un tube de Crookes quelconque.

Le principe de l'appareil n'a pas été modifié, mais le modèle primitif a été augmenté d'un nouveau dispositif qui le complète.

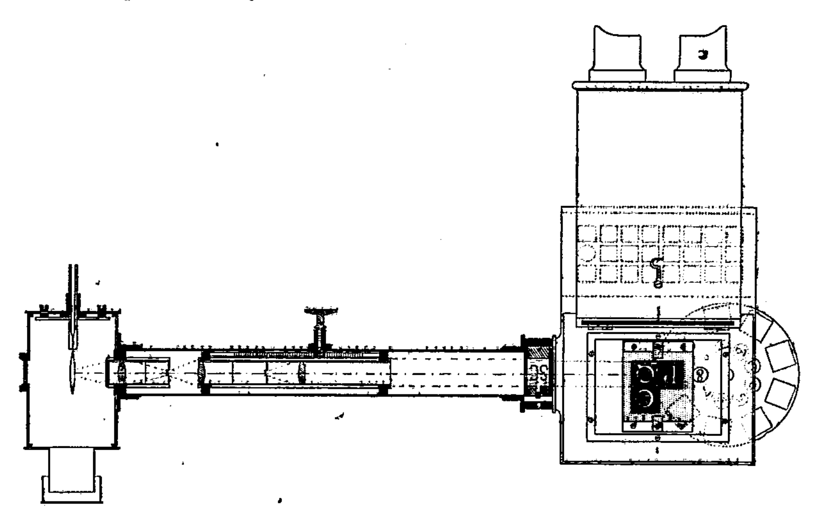
L'appareil se compose dans son ensemble :

1° Du *métroradioscope* mesurant la pénétration moyenne et la quantité de rayons X émis par décharge;

2° D'un *radiophotomètre* qui est un totalisateur photographique.

Le métroradioscope est un photomètre à rayons X qui a pour principe la comparaison de trois plages lumineuses dont on égalise les teintes.

La première de ces plages est un simple terme de comparaison. La seconde fournit la lecture de la pénétration dominante. La troisième donne l'évaluation de la quantité de rayons X émis par décharge.



La plage de comparaison est constituée par un écran de platinocyanure de baryum pur recevant directement un faisceau des radiations à mesurer.

A l'avant de cette plage, entre l'observateur et l'écran, est interposé un verre neutre absorbant 70 pour 100 des radiations émises par l'écran.

La plage qui fournit la mesure de la pénétration est constituée par une portion du même écran de platinocyanure de baryum fixé sous un volet percé d'une fenêtre limitant cette plage. Derrière cette seconde plage, entre elle et la source radiante, est monté un disque à secteurs mobile autour d'un axe, ce qui permet d'amener chaque secteur en regard de la fenêtre limitant la seconde plage.

Ces secteurs portent des masses d'argent électrolytique d'épaisseurs croissantes suivant une progression arithmétique; elles sont de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 et 16 centièmes de millimètre et correspondent aux pénétrations 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. (Le métal utilisé

est amené à l'épaisseur de $\frac{2}{100}$ de millimètre par laminage et contrôlé au sphéromètre après recuit.)

La pénétration est déterminée quand il y a égalité de teinte entre la plage de comparaison et la plage de pénétration; soit que l'on cherche, par la rotation du disque, le secteur correspondant; soit, au contraire, que l'on règle le tube pour une pénétration choisie.

La troisième plage est constituée par un prisme à réflexion totale recevant la lumière d'une source étalonnée ([1]). Mais cette lumière traverse au préalable un dispositif optique qui fait varier à volonté l'éclairement de la plage dans des proportions inscrites sur une échelle, mobile avec ce dispositif devant un index fixe.

Une cuve à faces parallèles, remplie d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre à $\frac{30}{100}$, sous une épaisseur de 20^{mm}, est en outre interposée dans le trajet du faisceau lumineux, entre le dispositif optique et le prisme, pour identifier la couleur de la troisième plage avec les deux autres.

L'échelle du dispositif optique intéressant la troisième plage est étalonnée en fonction de la fréquence des décharges choisie. Cette partie de l'étalonnage sera décrite à part.

Une troisième mesure, totalisation des radiations, peut être, en outre, effectuée lors de certains examens métroradiographiques quantitatifs pour contrôler le développement de la plaque radiographique exposée et corriger les légers écarts de sensibilité à prévoir entre des émulsions différentes, quoique de même formule.

Cette mesure est fournie par le radiophotomètre. Dépendant du métroradioscope, ce dernier appareil est formé de deux échelles d'argent électrolytique d'épaisseur croissante, l'une suivant une progression arithmétique et l'autre suivant une progression géométrique, auxquelles s'ajoutent des paramètres correspondant à la durée de l'expérience.

Sous ce dispositif se loge un châssis contenant une plaque radiographique choisie dans la même émulsion que celle qui est utilisée pour l'expérience. Ces deux plaques sont ensuite développées dans des conditions identiques jusqu'à un degré de réduction déterminé par l'apparition d'une des cases choisie par avance sur l'échelle radiophotométrique; puis fixées en même temps et de la même manière en vue du tirage d'épreuves photométriques.

Cet appareil indique donc dans son ensemble et à tout moment la nature et la valeur des radiations employées, ce qui permet le réglage incessant du tube, et de plus il enregistre la totalisation des effets obtenus pendant la durée de l'expérience.

([1]) Étalon à l'acétylène de M. Féry.

Le métroradioscope et le radiophotomètre ne sont pas moins indispensables pour la radiothérapie que pour la métroradiographie; car le métroradioscope permet de doser les radiations employées et le radiophotomètre en exprime la totalisation. Les trois premiers degrés de pénétration du disque à secteurs correspondent, en effet, aux radiations utiles dans le traitement par les rayons X.

PHYSIQUE. — *Propriétés magnéto-optiques du fer ionoplastique.* Note de MM. **L. Houllevigue** et **H. Passa**, présentée par M. Mascart.

Les lames transparentes de fer, placées dans un champ magnétique H normal à leur plan, transforment une vibration polarisée rectilignement qui les traverse en une vibration elliptique dont les deux axes présentent un rapport $\frac{\alpha}{\beta} = \tang\varphi$, et dont le grand axe forme un angle ρ avec le plan de la vibration incidente.

L'un de nous a, dans une Communication antérieure (¹), indiqué quelques résultats obtenus dans la mesure de φ. Nous avons repris ces mesures, ainsi que celles de ρ, dans l'espoir d'y apporter une précision plus grande. Nous avons opéré sur les trois mêmes pellicules de fer; d'ailleurs le dispositif expérimental est resté le même, seulement les pièces polaires de l'électro-aimant, percées d'un trou de 10^{mm} de diamètre, ont été remplacées par d'autres dont le trou axial n'a plus que 6^{mm} de diamètre, ce qui permet d'obtenir des champs allant jusqu'à 22000 à l'intérieur de ce trou; ces champs ont toujours été mesurés à l'aide d'une lame de verre de pouvoir rotatoire magnétique étalonné par rapport au sulfure de carbone.

Voici, pour les trois lames employées, et pour la lumière jaune, les valeurs de ρ (déduction faite de l'effet produit par le verre) et de φ.

Ces valeurs sont relevées sur le tracé des courbes obtenues d'après de nombreuses déterminations, et nous les considérons, d'après l'ensemble des précautions prises, comme plus exactes que celles contenues dans la Note précédente.

	H	5000.	10000.	15000.	20000.
Lame *a*.	ρ_a	7′	10′.9	13′.6	14′.9
	φ_a	8.4	15.4	20.6	22
Lame *d*.	ρ_d	12.4	18.1	22.4	24.9
	φ_d	12	17.5	21.4	24.5
Lame *c*.	ρ_c	18.1	27.1	34.5	40
	φ_c	9.7	17	22.8	26.7

(¹) *Comptes rendus*, 17 avril 1905.

On remarque de plus que les ordonnées des courbes en ρ sont nettement proportionnelles à 21, 35 et 53, *et cela pour toutes les valeurs du champ*, comme on en peut juger par le Tableau suivant :

H =	5000.	7500.	10000.	12500.	15000.	17500.	20000.
$\frac{\rho_a}{21}$ =	0,33	0,43	0,52	0,58	0,65	0,69	0,71
$\frac{\rho_d}{35}$ =	0,35	0,41	0,52	0,58	0,64	0,68	0,71
$\frac{\rho_c}{53}$ =	0,34	0,43	0,51	0,58	0,65	0,70	0,75

Les différences entre ces nombres 21, 35, 53 et les épaisseurs mesurées par transparence, à savoir $24^{\mu\mu}$, $38^{\mu\mu}$ et $47^{\mu\mu}$, sont nettement inférieures aux erreurs que comporte l'emploi de cette dernière méthode. Nous adopterons par suite $21^{\mu\mu}$, $35^{\mu\mu}$ et $53^{\mu\mu}$ comme épaisseurs vraies des pellicules *a*, *d* et *c*. On peut juger, d'après la concordance des résultats indiqués au Tableau ci-dessus, que la mesure des pouvoirs rotatoires magnétiques permet, avec plus de précision que celle des transparences, l'évaluation des épaisseurs.

On peut encore déduire des Tableaux que nous venons de donner les conséquences suivantes :

1° L'ellipticité $\frac{\alpha}{\beta} = \text{tang}\,\varphi$ ne croît pas proportionnellement au champ H. Comme la rotation magnétique ρ, elle tend nettement vers une limite qui paraît devoir être atteinte, pour ρ comme pour φ, au voisinage de H = 30000.

2° φ varie très peu, à champ égal, avec l'épaisseur de la lame traversée; il paraît cependant un peu plus grand pour les lames plus épaisses. En tout cas, il reste acquis que l'ellipticité de la lumière transmise est un phénomène d'origine superficielle, tandis que la rotation ρ varie comme l'épaisseur : toutefois ces deux effets semblent liés l'un avec l'autre et avec l'état magnétique du fer. Ce résultat est favorable aux vues théoriques de Righi, qui considère l'ellipticité de la lumière transmise comme due à l'inégalité des pouvoirs réflecteurs des deux circulaires inverses qui se propagent dans la lame.

3° Le fer ionoplastique paraît avoir sensiblement le même pouvoir rotatoire maximum que le fer obtenu par électrolyse (200000° pour 1^{cm} d'épaisseur et pour la lumière jaune); mais il n'atteint pas ce maximum aussi vite : alors que, d'après Kundt, le fer galvanoplastique fournit des valeurs invariables de ρ à partir de H = 20000. Toutes nos expériences ont manifesté

que, pour cette valeur du champ, le fer obtenu par ionoplastie était loin d'avoir atteint l'état de saturation.

PHOTOGRAPHIE. — *Méthode pour établir des écrans colorés, destinés à isoler certains groupes de radiations spéciales.* Note de M. F. MONPILLARD, présentée par M. G. Bigourdan.

Par suite de la possibilité, dans laquelle nous nous trouvons aujourd'hui, d'exciter la sensibilité des préparations photographiques pour les diverses radiations du spectre, l'emploi d'écrans colorés, milieux transparents ne transmettant qu'un groupe plus ou moins restreint de radiations spectrales, tend à devenir de plus en plus répandu dans les applications scientifiques de la photographie.

Nous étant, depuis quelques années, intéressé à cette question, nous avons cherché à établir des écrans en nous basant sur une méthode scientifique, de telle sorte qu'une coloration type ayant été obtenue, celle-ci puisse être reproduite dans des conditions toujours identiques, et par conséquent être toujours comparable au point de vue des résultats que l'on doit en attendre.

Le principe de la méthode est simple : un poids donné de matière colorante est dilué dans un volume déterminé d'une solution aqueuse de gélatine. Si pour une même surface nous étendons un même volume de cette solution ainsi colorée, le même poids de matière colorante s'y trouvera réparti et les colorations obtenues seront semblables.

En pratique, la mixture colorée est étendue sur l'une des faces d'une glace travaillée; après dessiccation, la couche de gélatine est recouverte d'une autre glace travaillée de même et fixée à la première au moyen du baume de Canada. Si l'écran doit être à faces parfaitement parallèles, l'opticien retouche en conséquence les faces extérieures de l'écran ainsi constitué.

Quand il s'agit d'obtenir un écran devant présenter des propriétés optiques déterminées à l'avance, au point de vue de la délimitation de la région spectrale qu'il doit transmettre, il est nécessaire de chercher à évaluer avec le plus grand degré de précision possible le poids de la ou des matières colorantes devant être réparti par unité de surface pour obtenir le résultat cherché.

En vue d'éliminer les causes perturbatrices résultant de la présence de la gélatine, du baume de Canada, causes qui sont loin d'être négligeables, mais surtout dans le but d'éviter les erreurs pouvant résulter de la différence qui existe dans le pouvoir absorbant que présentent certaines matières colorantes, suivant que la couche est sèche ou humide, nous avons imaginé la méthode suivante :

S'il s'agit d'une seule matière colorante, la mixture gélatinée colorée, préparée

comme il a été dit plus haut, est étendue sur deux glaces, l'une disposée horizontalement, l'autre inclinée de façon à présenter une pente de 2 pour 100; ayant déterminé avec soin le volume de solution étendue sur la première glace, nous connaissons quel poids p de matière colorante se trouve réparti par unité de surface; après dessiccation, la couche de gélatine aura une épaisseur e.

La gélatine coulée sur la plaque inclinée étant sèche, celle-ci est divisée en deux parties dans le sens de la longueur, et sur l'une d'elles est collée une glace blanche au moyen du baume de Canada. Nous avons ainsi un écran constitué de la même façon que celui que nous désirons établir, mais dans lequel les poids $p_1, p_2, p_3, \ldots$, de matière colorante par unité de surface, varient dans la même proportion que les épaisseurs $e_1, e_2, e_3, \ldots$ de la couche de gélatine.

Cet écran est alors disposé dans un appareil permettant d'en faire successivement passer les différentes régions devant la fente d'un spectroscope. Celle-ci est éclairée par un mince faisceau lumineux rectiligne projeté sur l'écran au moyen d'une lentille cylindrique formant l'image d'une fente vivement éclairée par le condensateur d'une lanterne de projection.

Au moyen de la lunette d'observation du spectroscope, nous visons la région spectrale correspondant à celle pour laquelle l'écran doit présenter un maximum d'absorption, puis nous déplaçons lentement celui-ci jusqu'à ce que le résultat soit obtenu.

Nous notons alors l'endroit correspondant à la région colorée qui était éclairée à ce moment. Sur l'autre portion de glace mise en réserve, nous mesurons l'épaisseur e_1 de la couche de gélatine. Les poids de matière colorante étant proportionnels aux épaisseurs des couches, rien n'est dès lors plus facile, par un simple calcul, que de déterminer celui qui, réparti par unité de surface, nous donne la teinte correspondant à celle que nous désirons obtenir :

$$\frac{e}{e_1} = \frac{p}{x}, \qquad x = \frac{e_1 \times p}{e}.$$

Quand la coloration de notre écran doit résulter de la combinaison de deux teintes, de chacune d'elles nous préparons comme il vient d'être dit un écran sur glace horizontale et un écran dégradé. Juxtaposant ceux-ci en réunissant les couches avec du baume de Canada, et de telle sorte que la région la plus colorée du premier soit juxtaposée à la région la moins colorée du second, nous obtiendrons un écran dans lequel les poids p_1, p_2 de chacune des matières colorantes seront inversement proportionnels. Faisant cheminer cet écran devant la fente de notre spectroscope, lorsque nous aurons trouvé la région correspondant à la teinte cherchée, il nous sera facile, par la mesure des épaisseurs de gélatine de chacune des plaques, d'évaluer ce rapport $\frac{p_1}{p_2}$.

En opérant ainsi, nous avons réussi à exécuter quelques écrans colorés parmi lesquels nous citerons un écran vert dont le maximum de luminosité correspond à la radiation λ 530 et qui, combiné à l'emploi d'une plaque orthoscopique Jougla, permet d'utiliser précisément un maximum de sensibilité chromatique que présente cette émulsion pour cette radiation spectrale.

Citons encore un écran jaune orangé utilisant l'autre maximum de sensibilité chromatique de cette plaque, en λ 588; un écran jaune absorbant jusqu'à λ 500; un écran rouge absorbant toute la partie visible du spectre la plus réfrangible jusqu'en λ 630.

Les premiers résultats donnés par la méthode que nous venons d'exposer très succinctement nous font croire à la possibilité d'établir maintenant des écrans colorés d'une façon absolument rationnelle et scientifique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparations de composés binaires des métaux par aluminothermie.* Note de M. **A. Colani**, présentée par M. A. Ditte.

MM. Matignon et Fonzes-Diacon ont obtenu des composés binaires de l'aluminium en enflammant un mélange d'aluminium en poudre et d'un métalloïde tel que le soufre ou le phosphore. Je me suis demandé si l'on ne pouvait pas généraliser ces préparations et avoir des composés binaires des métaux en réduisant par l'aluminium un oxyde métallique en présence d'un métalloïde.

Le mode opératoire est le suivant : on tasse dans un creuset brasqué à la magnésie le mélange intime et parfaitement desséché de l'oxyde et de l'aluminium en proportions théoriques et du métalloïde qui doit être en excès s'il est volatil. On enflamme avec une cartouche de magnésium. La réaction est souvent très vive. Pour que la préparation soit réussie, il faut que la masse parfaitement fondue se soit séparée en deux couches, l'une d'alumine et l'autre de produit cherché.

On peut remplacer le métalloïde par son oxyde et le réduire par l'aluminium en même temps que l'oxyde métallique. Cette manière de faire est particulièrement commode dans le cas de l'arsenic ou de l'antimoine si la chaleur dégagée par la réaction de l'aluminium sur l'oxyde métallique est insuffisante pour fondre la masse; dans le cas du silicium ou du bore, elle a le grand avantage de dispenser de la préparation préliminaire de ces métalloïdes. Enfin on peut souvent ajouter aux corps en expérience une quantité convenable d'un mélange tel que $3CuO + 2Al$ ou $3SnO^2 + 4Al$; la réduction par l'aluminium de l'oxyde de cuivre ou de l'oxyde d'étain ayant lieu avec un très grand dégagement de chaleur, on peut avoir des effets calorifiques comparables à ceux du four électrique. De plus, le cuivre et l'étain dissolvent un grand nombre de composés binaires des métaux et en facilitent la cristallisation; on les isole ensuite par un traitement aux acides.

Les exemples suivants montreront les avantages et les inconvénients de cette méthode.

Sulfures. — En général, on obtient difficilement une bonne séparation du sulfure et de l'alumine. Avec l'oxyde salin de manganèse on a souvent de violentes explosions.

Phosphures. — Avec de 150g à 400g d'oxyde salin de manganèse on a un culot de phosphure très cristallin; malheureusement, même en mettant beaucoup moins d'aluminium que ne le veut la théorie, le phosphure retient toujours de l'aluminium. (Analyse: trouvé P 28,6 à 25,6, Al 4,4 à 13, théorie pour Mn^3P^2, P 27,3.)

Avec le sesquioxyde de fer, les culots contiennent toujours un excès de fer. En les traitant par un acide étendu on isole des aiguilles de Fe^2P. (Analyse : trouvé Fe 78,0, H 21,7, Al 0,4; calculé Fe 78,3, P 21,7.)

Avec le sesquioxyde d'uranium, même en opérant sur 500g d'oxyde la masse n'est pas fondue.

Pour les phosphures non attaquables par l'acide azotique, on peut employer une méthode analogue à celle de M. Maronneau (action d'un métal sur le phosphure de cuivre au four électrique). Pour le fer, par exemple, on enflamme le mélange : oxyde de cuivre 160g, limaille de cuivre 100g, sesquioxyde de fer 40g, aluminium 46g, phosphore 20g, la limaille de cuivre ayant ici pour but de modérer la réaction. On isole le phosphure Fe^2P par un traitement à l'acide azotique.

Arséniures. — La réduction par l'aluminium du sesquioxyde d'uranium en présence d'arsenic pulvérisé donne une masse non fondue. Remplaçant l'arsenic par l'acide arsénieux, la réaction est explosive. J'ai obtenu une bonne fusion avec le mélange : sesquioxyde d'uranium 400g, arsenic 175g, acide arsénieux 100g, aluminium 99g. Cette réduction, comme toutes celles faites sur l'oxyde d'uranium, a lieu avec une vive incandescence. L'arséniure n'est jamais parfaitement rassemblé et contient de 4 à 5 pour 100 d'alumine. Défalcation faite de cette impureté insoluble dans les acides l'arséniure a la composition : U 69,9, As 29,7 et 29,6, Al traces. (Théorie pour U^3As^2 : U 70,5, As 29,4.) Comme le carbure d'uranium, l'arséniure fondu donne au choc de vives étincelles, pouvant difficilement allumer un bec Bunsen.

On prépare de même des alliages d'uranium et d'antimoine au moyen de l'acide antimonieux.

Siliciures. — La réduction par l'aluminium de la silice et de l'oxyde de cuivre donne très facilement un siliciure à 10 pour 100 de silicium. On peut dès lors tenter de reproduire les siliciures préparés au four électrique par M. Lebeau. On a SiFe par inflammation du mélange : oxyde de cuivre (CuO) 480g, sesquioxyde de fer 60g, quartz pulvérisé 160g, aluminium 210g. Le culot épuisé par l'acide azotique et la lessive de soude donne des cristaux très brillants de SiFe. (Analyse : trouvé Si 32,3, Fe 66,1, Al 1.) Dans cette préparation, M. Lebeau employait pendant 4 minutes un courant de 950 ampères sous 45 volts. Si l'on cherche à reproduire de même $SiFe^2$, la presque totalité du siliciure de fer se rassemble à la partie supérieure du culot en un gâteau pratiquement inattaquable aux acides et qui retient 20 pour 100 de cuivre.

En voulant préparer Si^2Fe par réduction de la silice et de l'oxyde de fer en présence d'un grand excès d'oxyde d'étain, je n'ai jamais obtenu un siliciure dépassant la teneur de 41 pour 100 de silicium.

Si l'on cherche à préparer de même des siliciures d'autres métaux, il faut employer de l'aluminium aussi pur que possible; sans cela, sa principale impureté, le fer, se retrouve dans les produits, et ce en proportions d'autant plus grandes que les rendements sont plus faibles.

Borures. — En partant d'anhydride borique et d'oxyde de fer, on peut préparer des fontes borées; il est difficile d'en extraire un borure défini.

En résumé, l'aluminothermie ainsi employée peut être très utile, surtout en l'absence du four électrique. Malheureusement, les produits obtenus sont en général souillés d'un peu d'aluminium et parfois de fer. Il faut en outre d'assez longs tâtonnements avant d'arriver à de bonnes fusions.

CHIMIE MINÉRALE. — *Constitution et propriétés des aciers à l'aluminium.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

Les aciers à l'aluminium ont déjà été étudiés par M. Hadfield et par M. Osmond. M. Hadfield a montré que la malléabilité cesse à environ 5,6 pour 100 d'aluminium, que les allongements commencent à baisser à partir de 1,5 pour 100.

M. Osmond a montré que des aciers contenant 5 pour 100 d'aluminium ne présentent plus le point de transformation A 3.

Reprenant l'étude de ces alliages par la même méthode que celle que nous avons employée pour les autres aciers spéciaux ternaires, nous avons pu établir la constitution de ces alliages et le lien qui l'unit aux propriétés mécaniques.

Micrographie : 1° *Aciers très peu carburés.* — Les aciers contenant jusqu'à 1 pour 100 d'aluminium présentent de la perlite, qui ne peut guère se distinguer de celle des aciers au carbone. Toutefois, elle paraît plus compacte et semble se colorer plus rapidement sous l'influence de l'acide picrique. Lorsque l'aluminium augmente, la perlite devient de plus en plus compacte; dès 3 pour 100 elle ne présente plus du tout l'aspect lamellaire, et à 7 pour 100 elle ne forme plus qu'un filet entourant les polyèdres de ferrite; à partir de 5 pour 100 elle se colore très rapidement par le picrate de soude en solution solide; elle a donc, à certains points de vue, les caractères de la sorbite; à 15 pour 100 l'acier n'est plus attaquable par l'acide picrique.

L'eau régale fait apparaître des points blancs peu nets; ces points se colorent en noir par le picrate de soude : nous sommes en présence de cémentite.

2° *Aciers carburés* C 0,800. — La perlite est assez nette jusqu'à environ 0,5 pour 100 d'aluminium; dès 1 pour 100 elle devient compacte, le phénomène s'accentue au fur et à mesure que l'aluminium croît, de telle sorte qu'il apparaît des zones blanches de ferrite qui pourraient faire croire à un acier moins carburé; à 10 pour 100 d'aluminium,

l'eau régale fait apparaître de petits grains blancs qui se colorent par le picrate de soude. A 15 pour 100 on est en présence de quantités importantes du même constituant qui est de la cémentite.

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES. — Les essais mécaniques ont montré que l'aluminium a peu d'influence sur les propriétés mécaniques, tant qu'il ne dépasse pas 3 pour 100; à 3 pour 100 les allongements et les strictions diminuent. A 7 pour 100 les aciers sont extrêmement fragiles.

Composition.							
C.	A.	R.	E.	A pour 100.	Σ.	Choc.	Dureté.
0,085	0,50	37,1	26,7	35	68	29	81
0,168	2,04	44,5	27,9	28	66,7	2	118
0,134	3,05	41,4	27,4	23,5	32,9	2	131
0,083	7,18	46,1	40,9	2	0	0	159
0,736	0,45	83,3	45,8	5	17,3	2	228
0,691	2,89	73,8	43,6	4	4,5	0	228
0,663	7,00	89,4	68,4	0	0	2	217
0,860	14,90	101,9	66,2	3	4,2	2	277

Influence des traitements pour les aciers perlitiques. — Lorsqu'on trempe un acier à une température quelconque supérieure à 850° on obtient une martensite qui occupe strictement la même place que la perlite qui existait dans l'acier non trempé. La solution fer-aluminium n'est donc pas susceptible de dissoudre le carbone. Pour les aciers qui présentent de la cémentite, l'influence de la trempe est d'autant plus grande que la température est plus élevée; tandis que vers 950° on n'obtient que de la troostite, à 1000° on obtient de la martensite.

L'action de la trempe, au point de vue des propriétés mécaniques, est en correspondance avec la micrographie. Dans aucun cas, le recuit d'un acier à l'aluminium ne nous a donné de graphite, ce qui semble en contradiction avec les résultats obtenus sur les fontes.

Lorsqu'on cherche à cémenter un acier contenant plus de 50 pour 100 d'aluminium on a une pénétration extraordinairement lente; de plus il se forme de la cémentite et non de la perlite.

En résumé, nos essais montrent que l'aluminium n'a pas d'action importante sur les propriétés mécaniques des aciers tant qu'il est en quantité inférieure à 2 pour 100.

Jusqu'à 15 pour 100 l'aluminium entre en solution dans le fer.

La solution fer-aluminium ainsi formée ne dissout pas le carbone; aussi la perlite prend-elle une forme granulaire, qui explique la fragilité de certains aciers et la martensite ne se produit par trempe que là où il y avait de la perlite. Enfin on rencontre dans des aciers à haute teneur en aluminium de la martensite libre, bien que ces aciers renferment moins de 0,850 pour 100 de carbone.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons des acides ferrocyanhydrique et sulfurique. Substitution sulfonée dans la molécule des cyanures complexes. Les oxyferrocyanures.* Note de M. **Paul Chrétien**, présentée par M. A. Ditte.

Berzélius a observé autrefois que la solution sulfurique de l'acide ferrocyanhydrique donne par action de l'eau une combinaison cristallisée des deux acides dont il n'a pas déterminé la composition ([1]).

Lorsque à 100^{cm^3} d'une dissolution saturée à froid on ajoute environ 5^{cm^3} d'eau, le précipité qui se forme à chaque addition d'eau se redissout complètement, et la liqueur claire obtenue, abandonnée à l'abri de l'air dans un endroit frais, laisse déposer des cristaux volumineux en tables rhomboïdales de la combinaison $FeCy^6H^4, 7SO^4H^2$.

Si l'on ajoute peu à peu de l'eau jusqu'à trouble persistant (12^{cm^3} à 15^{cm^3} environ), la liqueur qui s'est échauffée se prend, par refroidissement à l'abri de l'air, en une masse de belles aiguilles brillantes d'une nouvelle combinaison $FeCy^6H^4, 5SO^4H^2$.

Ces combinaisons sont très altérables à l'air humide, elles redonnent l'acide ferrocyanhydrique.

Lorsqu'on dissout à chaud l'acide ferrocyanhydrique dans l'acide sulfurique concentré sans qu'il y ait dégagement gazeux, on obtient, par refroidissement des liqueurs à l'abri de l'humidité, des produits très bien cristallisés qui sont de nature toute différente; ce ne sont pas des combinaisons moléculaires. Les résultats diffèrent également suivant la concentration de l'acide sulfurique.

En maintenant une heure, à 100°-110°, 30g d'acide ferrocyanhydrique dans 100^{cm^3} d'acide sulfurique à 66°, on obtient, sans dégagement gazeux, une liqueur qui cristallise par refroidissement en petites lamelles incolores très altérables à l'humidité. La composition constante de ces cristaux correspond à 8,48 pour 100 de Fe et 69 pour 100 d'acide sulfurique. On n'a pas là une combinaison moléculaire. Abandonné à l'air humide sur une plaque de porcelaine poreuse, ce produit perd de l'acide sulfurique. Lorsque le poids demeure invariable, le résidu est dissous dans l'alcool; la liqueur prend par évaporation une consistance sirupeuse et dépose alors des cristaux microscopiques incolores dont l'analyse donne 17,6 pour 100 de Fe et 30,98 pour 100 de SO^4H^2. Ces nombres correspondent à $FeCy^6H^4 + SO^4H^2$, toutefois l'inaction de la vapeur d'eau au contact de laquelle le poids reste invariable, et la saturation par CO^3Ba, dont le résultat sera donné plus loin, conduisent à considérer ce produit comme l'hydrate d'un acide sulfoné $FeCy^6H^3SO^3H + H^2O$.

([1]) *Schweiger's neues Journal f. Chem. und Physik* (Nürnberg), t. XXX, 1820, p. 55. Indication bibliographique due à l'obligeance de M. Berthelot.

Le titrage alcalimétrique, soit dans l'eau soit dans l'alcool absolu, indique 6H acides pour un atome Fe (trouvé 6,03 et 6,19). La précipitation par $Ba(OH)^2$ donne du ferrocyanure et du sulfate. L'action des alcalis donne donc la réaction

$$FeCy^6H^3SO^3H + H^2O = FeCy^6H^4 + SO^4H^2.$$

Le produit cristallisé en lamelles obtenu tout d'abord est une combinaison avec l'acide sulfurique

$$2FeCy^6H^3SO^3H + 7SO^4H^2.$$

Opérant de la même façon avec l'acide sulfurique fumant, ou mieux avec un mélange à parties égales de cet acide et d'acide à 66°, et 35g d'acide ferrocyanhydrique, j'ai obtenu par refroidissement un nouveau produit cristallisé en belles aiguilles très fines dont l'analyse donne 9,6 pour 100 de Fe et 71,8 pour 100 de SO^4H^2. Ce produit est excessivement altérable à l'air humide et donne un sifflement quand on le projette dans l'eau. Abandonné à l'air sur de la porcelaine poreuse il perd de l'acide sulfurique; quand le poids est devenu constant, le résidu est dissous dans l'alcool absolu et l'on observe ce qui suit : la liqueur par évaporation spontanée laisse déposer deux produits distincts, l'un moins soluble se dépose tout d'abord en beaux cristaux brillants et légèrement jaunes, inaltérables à l'air humide, dont l'analyse donne 20,4 pour 100 de Fe et 35,3 pour 100 de SO^4H^2, cette composition correspond à $FeCy^6SO^2$; l'autre produit se dépose ensuite, il est en cristaux microscopiques dont l'aspect, la composition et les réactions sont ceux du dérivé sulfoné décrit précédemment. Ces deux produits résultent d'un dédoublement.

L'action de l'acide sulfurique est, dans les conditions actuelles, représentée par l'équation

$$2FeCy^6H^4 + S^2O^7H^2 = 3H^2O + 2FeCy^6H^2SO^2.$$

Le ferrocyanure de sulfuryle se combine à l'acide pyrosulfurique et donne les belles aiguilles décrites précédemment

$$2FeCy^6H^2SO^2 + 3S^2O^7H^2.$$

Enfin, pendant la décomposition à l'air de ce composé, le ferrocyanure de sulfuryle fixe un atome d'oxygène et se dédouble

$$2FeCy^6H^2SO^2 + O = FeCy^6SO^2 + FeCy^6H^3SO^3H.$$

L'action des alcalis sur le composé $FeCy^6SO^2$ est très remarquable et démontre l'absence d'hydrogène dans la molécule. Il se forme en effet un sulfate et le titrage alcalimétrique indique, soit dans l'eau soit dans l'alcool absolu, 5H acides pour un atome de Fe (trouvé : 5,08 et 5,1). Ce fait n'est explicable que par la formation d'oxyferrocyanures

$$FeCy^6SO^2 + 3H^2O = FeCy^6H^3OH + SO^4H^2.$$

La soude donne dans l'alcool un précipité qui, redissous à chaud dans

parties égales d'eau et d'alcool, cristallise en belles aiguilles blanches dans lesquelles le rapport du sodium au fer est $\frac{5\,\mathrm{Na}}{\mathrm{Fe}}$ (trouvé : 5,1) et dont la composition est

$$\mathrm{FeCy^6Na^3OH, SO^4Na^2 + 16H^2O}.$$

Le carbonate de baryum donne un précipité insoluble dans l'acide chlorhydrique et une liqueur qui donne par évaporation de beaux cristaux jaunes biréfringents dans lesquels le rapport du baryum au fer est $\frac{1,5\,\mathrm{Ba}}{\mathrm{Fe}}$ (trouvé : 1,54). Leur composition est

$$\mathrm{(FeCy^6OH)^2Ba^3, 4H^2O}.$$

Ces différents produits donnent du bleu avec les sels ferriques et non avec les sels ferreux.

La saturation par $\mathrm{CO^3Ba}$ du dérivé sulfuré $\mathrm{FeCy^6H^3, SO^3H}$ donne également un précipité, mais la liqueur soumise à l'évaporation donne du sulfite de baryum et des cristaux très distincts d'oxyferrocyanure et de ferrocyanure. Ce fait s'explique par la décomposition spontanée du sulfonate de baryum en liqueur aqueuse

$$\mathrm{2FeCy^6Ba^2SO^3 + H^2O = 2FeCy^6Ba^{1,5}OH + SO^3Ba + SO^2}.$$

MÉTALLURGIE. — *Modification de la qualité initiale du fer et de l'acier employés à la fabrication des rivets après que ceux-ci ont été posés à chaud.* Note de M. **Ch. Frémont**, présentée par M. Maurice Levy.

Il est utile, pour l'art de l'ingénieur, de savoir ce que devient la qualité du métal après qu'il a été façonné en rivets posés à chaud, ainsi qu'il est fait dans la construction des ponts, charpentes, chaudières, etc.

Le métal s'est-il amélioré? est-il resté identique, ou s'est-il détérioré?

Pour élucider cette question, j'ai choisi sept métaux différents, mais répondant aux conditions habituelles de la pratique industrielle : du fer de Suède d'une résistance à la rupture de 33^{kg} par millimètre carré et six aciers de résistances diverses allant de 35^{kg} à 55^{kg} par millimètre carré.

Dans chacun de ces sept échantillons, j'ai détaché trois morceaux destinés aux essais mécaniques : traction, pliages, statique et dynamique; un de ces trois morceaux a été essayé à l'état vierge, c'est-à-dire tel qu'il a été pris dans la barre sans avoir subi le moindre traitement thermique ou mé-

canique; un autre morceau a été chauffé dans la forge, à la température de pose habituelle des rivets : 900° à 1000° environ, mais n'a subi aucun traitement mécanique; enfin, le troisième morceau a été façonné en rivet, puis posé à chaud, à la machine, sous une pression de 25 tonnes, puis dérivé complètement pour être ensuite ajusté comme les deux morceaux précédents, en diverses éprouvettes de traction, pliages, etc.

Le Tableau suivant donne les résultats de ces essais, et l'on constate que le métal, après avoir subi la contraction mécanique par refroidissement sous traction, s'est sensiblement amélioré.

Les résultats des essais au choc sur barrettes entaillées montrent que la fragilité n'a pas augmenté, l'augmentation de résistance n'est donc pas due à un effet de trempe, comme on pourrait le supposer *a priori*.

Modification de la qualité initiale du fer et de l'acier employés à la fabrication des rivets après que ceux-ci ont été posés à chaud.

Nature du métal.		Essais de traction. Limite élastique vraie.	Résistance à la rupture.	Striction $\frac{S-S'}{S}$.	Choc — Résistance vive.
		kg	kg		kgm
Fer de Suède.	Vierge....	16,45	33,60	0,55	17
	Chauffé...	16,45	33,60	0,49	19
	Dérivé....	26,00	43,40	0,54	18
Acier doux (qualité marine).	Vierge....	19,50	35,70	0,65	22
	Chauffé...	16,85	35,00	0,63	26
	Dérivé....	26,00	43,40	0,66	24
Acier doux (qualité construction).	Vierge....	23,10	45,50	0,62	6
	Chauffé...	24,00	42,70	0,61	2
	Dérivé....	34,55	55,30	0,59	10
Acier-nickel 3 pour 100.	Vierge....	27,50	44,10	0,63	22
	Chauffé...	22,50	42,00	0,65	19
	Dérivé....	40,00	57,40	0,62	27
Acier demi-dur (qualité marine).	Vierge....	24,50	49,00	0,57	6
	Chauffé...	22,50	48,30	0,59	5
	Dérivé....	40,00	65,00	0,59	8
Acier-nickel 5 pour 100.	Vierge....	30,00	49,70	0,66	23
	Chauffé...	31,65	49,70	0,64	22
	Dérivé....	53,20	72,80	0,64	29
Acier demi-dur (Allemagne).	Vierge....	30,00	54,60	0,64	10
	Chauffé...	29,00	56,00	0,65	10
	Dérivé....	36,75	63,70	0,61	22

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides aldéhydes* γ. Note de MM. E.-E. Blaise et A. Courtot, présentée par M. A. Haller.

Les acides aldéhydes γ acycliques étaient jusqu'ici à peu près inconnus. Deux seulement d'entre eux ont été obtenus dans un état de pureté peu satisfaisant par MM. W.-H. Perkin et C.-H.-G. Sprankling (*Ch. Soc.*, t. LXXV, p. 11). Ces auteurs les décrivent comme des huiles brunes possédant les propriétés réductrices de la fonction aldéhydique, et les considèrent comme renfermant à l'état libre les fonctions acide et aldéhyde.

Au cours de recherches qui seront publiées ultérieurement sur les acides non saturés $\beta\gamma$, $\alpha\alpha$ dialcoylés, nous avons pu obtenir à l'état parfaitement pur et sous forme solide les acides aldéhydes correspondants. La méthode utilisée est la suivante. L'acide diméthylisopropénylacétique par exemple, (f. 35°), donne, par fixation du brome, l'acide $\alpha\alpha\beta$-triméthyl-$\beta\gamma$-dibromobutyrique (f. 125°). Celui-ci, par action de la chaleur, perd une molécule d'acide bromhydrique et fournit une lactone bromée. De cette dernière, par action de la chaleur, ou mieux par ébullition avec de la quinoléine, on passe à la lactone non saturée correspondante qui, hydrolysée au moyen des alcalis, conduit finalement à un acide aldéhyde :

$$CH^2{=}\underset{}{\overset{CH^3}{\overset{|}{C}}}{-}C(CH^3)^2{-}CO^2H \rightarrow CH^2Br{-}\overset{CH^3}{\overset{|}{C}}Br{-}C(CH^3)^2CO^2H \rightarrow \begin{array}{l} \quad\;\; CH^3 \\ \quad\;\;\; | \\ CH^2{-}CBr{-}C(CH^3)^2 \\ | \qquad\qquad\quad | \\ O{-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-}CO \end{array}$$

$$\rightarrow \begin{array}{l} \qquad CH^3 \\ \qquad\; | \\ CH = C{-}C(CH^3)^2 \\ | \qquad\qquad | \\ O{-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-}CO \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad CH^3 \\ \qquad\qquad\qquad\; | \\ HO{-}CH{-}CH{-}C(CH^3)^2 \\ \qquad\;\; | \qquad\qquad\;\; | \\ \qquad\;\; O{-\!\!-\!\!-\!\!-\!\!-}CO \end{array}$$

Nous avons préparé, par la méthode précédente, les acides aldéhydes γ-$\alpha\alpha\beta$-triméthylé et $\alpha\alpha$-diméthyl-β-phénylé. Ces deux corps sont solides et fondent, le premier à 63° et le second à 131°.

Les acides, aldéhydes γ, à l'état libre, ne possèdent pas les propriétés de la fonction acide c'est ainsi qu'ils ne se dissolvent pas dans les bicarbonates alcalins. D'autre part, ils se comportent comme renfermant une fonction alcoolique. Le dérivé triméthylé, par exemple, donne avec l'isocyanate de phényle une phényluréthane qui fond à 134° et, avec l'anhydride acétique, un monoéther acétique. Enfin, les acides aldéhydes γ, à l'état libre ne recolorent pas le réactif de Schiff et, chauffés avec un alcool, en pré-

sence d'une petite quantité d'acide sulfurique, ils donnent simplement un monoéther et non pas un éther acétal.

Des réactions précédentes il résulte que les acides aldéhydes, à l'état libre, ne renferment ni la fonction aldéhydique, ni la fonction acide, et, par suite, ils ne peuvent être représentés que par une formule oxylactonique telle que la suivante :

```
HO       \ /    /
  \CH — C — C<
   |        | \
   O————————CO
```

formule déjà proposée, comme on sait, pour représenter l'acide orthophtalaldéhydique.

Nous avons cherché, d'ailleurs, à mettre en évidence la chaîne fermée lactonique en utilisant la méthode de Traube, suivant les données de MM. A. Haller et P.-Th. Muller (*Comptes rendus*, 1900, p. 221). Le volume moléculaire correspondant à l'acide ααβ-triméthylé, mesuré en solution toluénique $\frac{1}{4}$ normale et à 20°, a été trouvé égal à 130,47. Calculé à l'aide des valeurs données par Traube, en supposant la chaîne ouverte, il serait égal à 146,1. La différence entre ces deux nombres permet de conclure à l'existence d'une chaîne fermée.

La chaîne lactonique des acides aldéhydes s'ouvre d'ailleurs avec facilité et l'on voit alors reparaître les propriétés caractéristiques des fonctions acide et aldéhyde. C'est ainsi que l'on obtient très aisément des azines, des semicarbazones, des oximes et des phénylhydrazones. Dans tous ces dérivés, la fonction acide est libre, car ils peuvent donner des sels. De même, la fonction lactonique s'ouvre encore, comme d'habitude, sous l'influence des alcalis caustiques, aussi les acides aldéhydes réduisent-ils la liqueur de Fehling et le nitrate d'argent ammoniacal. Enfin, l'oxydation chromique conduit aux acides succiniques correspondants, réaction que nous avons utilisée pour établir la constitution de la chaîne carbonée des acides aldéhydes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la lactone de l'acide érythrique.* Note de M. Lespieau, présentée par M. A. Haller.

J'ai précédemment indiqué (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1050) comment par distillation sous la pression ordinaire j'étais passé de l'acide

$CH^2Cl.CHCl.CH^2.CO^2H$ à la lactone non saturée $CH^2 - CH = CH - CO$;
$\lfloor$——————————O

j'ai pu depuis arriver à la même olide en faisant bouillir un mélange d'eau, de carbonate de potassium et d'acide butyrique βγ dichloré. Ce mélange d'ailleurs donne déjà à froid non pas un sel organique, mais du chlorure de potassium.

Par l'action du permanganate de baryum j'ai fixé deux oxhydriles sur la lactone non saturée dont il vient d'être question et je suis ainsi arrivé à un composé $C^4H^6O^4$ qui, d'après son mode de formation, son analyse et sa cryoscopie, doit être une lactone $CH^2 - CHOH - CHOH - CO$, et de plus
$\lfloor$——————————————O

celle de ces lactones correspondant à l'érythrite naturelle.

L'opération, conduite comme on le fait d'habitude dans ce genre d'oxydation, portait sur 6^g de matière; je l'ai répétée seize fois. Après filtration je me suis trouvé en présence de 14^l de liquide que j'ai soumis à la distillation dans le vide; pendant que le volume se réduisait à 1^l il s'est déposé 10^g d'oxalate de baryum $C^2O^4Ba + H^2O$ (caractérisé par l'analyse). J'ai alors achevé de précipiter exactement le baryum resté encore dissous par addition d'acide sulfurique dilué; puis j'ai poursuivi la concentration; l'eau qui distillait à ce moment renfermait un peu d'acide glyoxylique (caractérisé par sa phénylhydrazone). Lorsqu'il n'est plus resté qu'un résidu très épais, je l'ai repris à l'alcool absolu, où il est presque totalement soluble; ce que laisse l'évaporation de cet alcool est traité par une grande quantité d'acétone : une partie reste insoluble, elle renferme un sel de manganèse déliquescent, où le métal est masqué vis-à-vis de ses réactifs habituels; quant à la partie dissoute, après évaporation du solvant elle se présente sous forme de cristaux imprégnés d'un sirop dont on se débarrasse par séjour sur une plaque poreuse. Ce sont ces cristaux qui constituent la lactone érythrique.

La lactone $C^4H^6O^4$ fond à 91°; elle est très soluble dans l'eau, moins dans l'alcool, pas dans l'éther. L'évaporation d'une solution benzénique la donne en petites aiguilles, mais l'évaporation d'une solution dans l'acétone la donne en beaux prismes clinorhombiques aplatis tantôt suivant *p*, tantôt suivant h^1 et très biréfringents. (Je dois ces renseignements à l'obligeance de M. Wyrouboff, qui a bien voulu étudier mes cristaux.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de synthèse d'alcools monoatomiques et polyatomiques*. Note de M. V. GRIGNARD, présentée par M. H. Moissan.

Cette méthode consiste à faire réagir les combinaisons organomagnésiennes mixtes de formule RMgX sur les dérivés halogénés d'alcools mono- ou polyatomiques.

Prenons comme exemple la monochlorhydrine du glycol. La réaction se passe en deux phases :

1° Lorsqu'on fait tomber à froid la solution éthérée de la chlorhydrine considérée dans un organomagnésien, la réaction se porte uniquement sur le ou les hydroxyles alcooliques de la manière suivante :

$$RMgX + ClCH^2CH^2OH = RH + ClCH^2CH^2OMgX.$$

2° Le complexe ainsi obtenu est capable de réagir sur une nouvelle molécule d'organomagnésien R'MgX', qui peut parfaitement être différent du premier, en donnant la réaction :

$$R'MgX' + ClCH^2 - CH^2OMgX = MgX'Cl + R'.CH^2.CH^2OMgX.$$

Il suffit, pour réaliser cette seconde phase, de distiller partiellement l'éther ; la concentration et l'élévation de température qui en résultent ne tardent pas à provoquer une très vive réaction qui fait foisonner considérablement le contenu du ballon et qu'il est nécessaire de surveiller de près. On peut d'ailleurs la modérer en soumettant préalablement la solution éthérée à une ébullition prolongée ou en éliminant l'éther en présence d'un dissolvant indifférent, à point d'ébullition plus élevé, comme le benzène ou le toluène. L'action de l'eau donnera ensuite l'alcool RCH^2CH^2OH.

J'ai étudié jusqu'à présent l'application de cette méthode sur la monochlorhydrine éthylénique et sur l'α-monochlorhydrine glycérique.

I. Avec la chlorhydrine éthylénique, j'ai limité mes recherches à l'action des organomagnésiens aromatiques qui présentaient un intérêt tout particulier en conduisant à la synthèse des alcools aryléthyliques primaires dont on ne connaissait encore que ce terme le plus simple, l'alcool phényléthylique.

J'ai reproduit cet alcool avec tous ses caractères et les constantes suivantes : Eb. 219°-221° sous 750^{mm}, $d_0 = 1,0344$, $d_{13}^4 = 1,0234$, $n_D = 1,53574$.

Et j'ai préparé, pour la première fois, les alcools suivants :

L'o-crésyléthanol primaire, liquide d'odeur aromatique qui bout à 119°-120° sous 14^{mm} et à 237°-239° (corr.) sous 740^{mm}; $d_0 = 1,020$, $d^4_{14,8} = 1,0095$, $n_D = 1,53472$; phényluréthane fusible à 67°.

Le p-crésyléthanol primaire, liquide peu odorant, bouillant à 115°-116° sous 13^{mm}; $d_0 = 1,0119$, $d^4_{13} = 1,0028$, $n_D = 1,52985$; phényluréthane fusible à 112°.

Le p-méthoxyphényléthanol primaire (au départ du bromanisol), d'odeur anisée, fusible à 24° et bouillant à 143°-144° sous 13^{mm}; phényluréthane fusible à 123°-124°.

L'α-naphtyléthanol primaire qui fond à 62° et bout à 186° sous 17^{mm}; phényluréthane fusible à 115°.

Dans toutes ces synthèses, les rendements sont excellents et dépassent souvent 80 pour 100.

II. Avec l'α-monochlorhydrine glycérique, la réaction est moins facile à réaliser et les résultats sont un peu plus complexes.

Ainsi, par l'action de C^6H^5MgBr, j'ai obtenu un glycol très visqueux qui se vitrifie sans cristalliser lorsqu'on le refroidit jusqu'à −60°, qui bout à 163°-165° sous 12^{mm} et donne un diacétate bouillant à 159°-161° sous 12^{mm}. Son oxydation chromique donne, à côté d'acétophénone et d'acide benzoïque, un peu d'acide phénylacétique, ce qui conduit à admettre qu'on se trouve en présence d'un mélange contenant un peu du glycol prévu par la théorie, $C^6H^5.CH^2.CHOH.CH^2OH$, et surtout le glycol de Tiffeneau, $C^6H^5 - \overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}(OH) - CH^2OH$.

Par distillation à la pression ordinaire, il y a déshydratation partielle et formation d'aldéhyde hydratropique qui a été caractérisée par son point d'ébullition et sa semicarbazone (¹).

De même, en partant du bromure d'isoamyl-magnésium, on arrive à un glycol visqueux bouillant à 128°-133° sous 12^{mm} et qui paraît être constitué principalement par la forme

$$(CH^3)^2CH - CH^2 - CH^2 - \overset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{C}}(OH) - CH^2OH.$$

Cette anomalie de la réaction peut s'expliquer de la manière suivante : le complexe engendré par l'α-monochlorhydrine glycérique dans la première phase de la réaction subit, lorsqu'on vient à élever la température, une réaction interne qui donne :

$$ClCH^2 - \underset{\displaystyle BrMgO}{\underset{|}{CH}} - CH^2OMgBr = MgBrCl + \underbrace{CH^2 - CH}_{O} - CH^2OMgBr.$$

(¹) L'échantillon de comparaison m'a été obligeamment fourni par M. Tiffeneau, auquel je suis heureux de pouvoir présenter ici tous mes remercîments.

Ce groupement oxyde d'éthylène, réagissant d'après le processus que j'ai établi antérieurement ([1]), ne pourrait conduire aux glycols obtenus; il faut donc admettre qu'il se transpose immédiatement en cétone,

$$CH^3 - CO - CH^2OMgBr,$$

qui, à son tour, réagit normalement. Je me propose d'ailleurs de vérifier cette manière de voir par une expérience directe qui devra me conduire au glycide ou à l'acétol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décahydronaphtylcétone-β et la décahydronaphtylamine-β.* Note de M. **Henri Leroux**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Note ([2]), j'ai indiqué le mode d'obtention du décahydronaphtol-β par la méthode de MM. Sabatier et Senderens; la présente Communication a pour objet l'étude de quelques composés préparés à partir de cet alcool.

I. Décahydronaphtylcétone-β, $C^{10}H^{16}O$, ou

```
          CH²       CH²
         /   \     /   \
        /     \CH /     \
   H²C /        |        \CO
       |        |         |
   H²C \        |        /CH²
        \     /CH\      /
         \   /     \   /
          CH²       CH²
```

. — Cette substance s'obtient en oxydant à l'acide chromique le décahydronaphtol-β. Ce dernier étant en dissolution dans l'acide acétique est additionné d'une solution acétique d'acide chromique; l'opération commencée à froid est terminée en chauffant légèrement en présence d'un excès d'oxydant. Après précipitation par l'eau, le produit de la réaction est recueilli et agité avec une solution récente de bisulfite de sodium; le composé bisulfitique se sépare bientôt cristallisé; il est essoré, séché, puis lavé à plusieurs reprises par l'alcool bouillant; décomposé par la soude en excès, il fournit à l'état de pureté la décahydronaphtylcétone-β. Celle-ci constitue un liquide incolore, possédant une odeur forte, désagréable, bouillant à 116° sous 15^{mm}. Sa densité à 0° est 0,988; à 16°, elle est 0,979. Son indice de réfraction pour la raie D est, à 16°, $n_D = 1,4834$, ce qui correspond à une réfraction moléculaire égale à 44,35; la réfraction moléculaire calculée est 44,113.

La décahydronaphtylcétone-β est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool,

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1260.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 590.

l'éther, l'acide acétique; elle réduit la liqueur cupro-alcaline et le nitrate d'argent ammoniacal. Elle fournit des combinaisons cristallisées avec la semicarbazide, la phénylhydrazine, l'hydroxylamine.

Le *composé bisulfitique* $C^{10}H^{16}O.SO^3NaH$ s'obtient, comme on vient de le dire, par agitation de l'acétone avec le bisulfite de sodium; il est peu soluble dans l'eau, se dissout légèrement dans l'alcool bouillant et se dépose par refroidissement en petites lamelles nacrées.

La *décahydronaphtylcétone-β-semicarbazone,* $C^{10}H^{16} = N - NH - CO - NH^2$ se forme quand on ajoute une solution d'acétate de semi-carbazide à une solution alcoolique de décahydronaphtylcétone-β. Cristallisée dans l'alcool, elle constitue de petites aiguilles fines, fusibles à 195°. Elle se dissout bien dans l'éther, l'acide acétique, l'éther de pétrole.

Avec la phénylhydrazine, la décahydronaphtylcétone-β fournit un composé cristallisé, incolore, peu soluble dans l'alcool, mais s'altérant très rapidement à l'air.

La *décahydronaphtylcétonoxime*-β, $C^{10}H^{16} = N - OH$, se prépare en ajoutant l'acétate d'hydroxylamine dissous dans l'eau à la solution alcoolique de l'acétone. La réaction s'effectue à froid et est totale au bout de quelques heures. On évapore alors à sec le mélange, et l'on épuise le résidu par l'éther de pétrole bouillant. L'oxime cristallise pendant le refroidissement en petits prismes incolores fusibles à 76°. Très soluble dans l'alcool ou l'éther, elle est moins soluble dans l'éther de pétrole.

II. Décahydronaphtylamine-β, $C^{10}H^{17} - NH^2$,

```
          CH²      CH²
        /    \ CH /    \
   H²C         |         CH — NH²
     |         |         |
   H²C         |         CH²
        \    / CH \    /
          CH²      CH²
```

— En réduisant l'oxime précédente en solution alcoolique, par le sodium, elle fournit la décahydronaphtylamine-β. A 10g d'oxime en solution dans 100g d'alcool absolu, on ajoute, en plusieurs fois, 15g de sodium coupé en morceaux. La réaction, vive au début, se ralentit bientôt; on chauffe alors pendant plusieurs heures jusqu'à disparition complète du métal. On additionne le mélange d'un excès d'eau qui précipite l'amine. On extrait celle-ci par agitation avec l'éther; la liqueur éthérée étant distillée, l'amine est transformée en chlorhydrate au moyen d'une solution de gaz chlorhydrique dans l'alcool; le chlorhydrate est précipité de sa solution alcoolique par addition d'un excès d'éther. On obtient l'amine libre en décomposant le chlorhydrate par un alcali.

La décahydronaphtylamine-β forme un liquide incolore, à odeur désagréable, distillant vers 112° sous 15mm. C'est une base énergique se carbonatant très rapidement à l'air; elle forme avec les acides des sels bien définis.

Le *chlorhydrate de décahydronaphtylamine*-β se présente en petits prismes incolores; très soluble dans l'eau et dans l'alcool, il l'est peu dans l'éther et dans un mélange d'alcool et d'éther.

Le *picrate de décahydronaphtylamine*-β est cristallisé et fusible à 203°-204°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveaux dérivés des éthers mésoxaliques.* Note de M. **Ch. Schmitt**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente [1] nous avons fait connaître un nouveau mode de préparation des éthers mésoxaliques. Depuis, M. Richard Sidney Curtiss [2] est arrivé aux mêmes résultats que nous, du moins en ce qui concerne l'éther éthylique. Son procédé ne diffère du nôtre qu'en ce qu'il produit ses vapeurs nitreuses au moyen des acides nitriques et arsénieux alors que nous employons le nitrite de soude et l'acide sulfurique.

Nous préparons depuis près d'un an les éthers mésoxaliques de cette façon, dont l'idée est due à MM. L. Bouveault et A. Wahl [3]. Nous les avons condensés jusqu'à présent avec deux sortes de corps : les éthers cyanacétiques et les amines phénoliques.

Dans le premier cas, nous avons obtenu des composés saturés et des composés à liaison éthylénique; dans le second, nous n'avons que des composés saturés résultant de la combinaison de deux molécules d'aniline à une molécule d'éther mésoxalique, quelle que soit du reste la proportion de chacun des corps employés,

$$\begin{matrix} CO^2R \\ | \\ C\begin{smallmatrix}/OH \\ \backslash OH\end{smallmatrix} \\ | \\ CO^2R \end{matrix} + 2\,AzH^2C^6H^5 = 2\,H^2O + \begin{matrix} CO^2R \\ | \\ C\begin{smallmatrix}/NHC^6H^5 \\ \backslash NHC^6H^5\end{smallmatrix} \\ | \\ CO^2R \end{matrix}.$$

Nous opérons de la façon suivante : deux molécules d'aniline sont dissoutes dans la quantité nécessaire d'acide acétique étendu. On ajoute une molécule d'éther mésoxalique et l'on abandonne à la température ordinaire pendant 24 heures. Les cristaux d'éther se dissolvent peu à peu et font place à un magma cristallin jaunâtre qui occupe bientôt tout le flacon. On essore et l'on purifie par cristallisation dans le chloroforme ou l'acétone.

La *bisanilide du mésoxalate de méthyle* $(CH^3CO^2)^2C=(NHC^6H^5)^2$ cristallise en fines aiguilles blanches, se colorant assez rapidement à l'air en jaune brun. Elle fond à 113°,5 et est soluble dans l'éther, le chloroforme, la benzine, l'acétone, l'alcool. Elle est peu soluble dans la ligroïne et le toluène. Sa solution dans l'acide sulfurique concentré donne avec le bichromate de potasse une belle coloration bleue.

---

(1) Ch. Schmitt, *Comptes rendus*, t. XCL, 22 mai 1905, p. 1400.

(2) Richard Sidney Curtiss, *American chemical Journal*, juin 1905, p. 603.

(3) L. Bouveault et A. Wahl, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1221.

La *bisanilide du mésoxalate d'éthyle* $(C^2H^5CO^2)^2C = (NHC^6H^5)^2$ fond à 103° et est soluble dans les mêmes dissolvants que le corps précédent.

L'*orthotoluide du mésoxalate de méthyle* $(CH^3CO)^2C = (NH^2C^6H^4CH^3)^2$ se distingue des précédents par sa très faible solubilité dans l'éther. Il fond à 172°, mais commence déjà à se décomposer à une température de 120°.

Ces composés sont solubles dans l'acide chlorhydrique, qui les dédouble en éthers mésoxaliques et aniline ou toluidine. Les alcalis ne les dissolvent pas, même à chaud.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la Spartéine. Action de l'iodure d'éthyle.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

Mills (*Lieb. Ann.*, 1863, p. 71), Bamberger (*Lieb. Ann.*, 1886, p. 368), et MM. Scholtz et Pawlicki (*Arch. d. Pharm.*, 1904) se sont déjà occupés de l'action de l'iodure d'éthyle sur la spartéine. Quelques contradictions relevées entre ces savants nous ont amenés à reprendre leurs recherches. Nous nous sommes bien vite aperçus que cette étude était des plus délicates. Les auteurs sont sobres de détails sur leurs expériences, et ne décrivent les corps que très imparfaitement. Nos résultats nous font supposer qu'ils ont eu souvent entre les mains des mélanges plutôt que des corps définis.

Nous avons fait agir l'iodure d'éthyle sur la spartéine dans des conditions variées.

A. *Action de l'iodure d'éthyle sur la spartéine en l'absence de tout solvant.* — On constate qu'il se forme, très lentement à froid et plus rapidement à chaud, de l'iodhydrate de spartéine $C^{15}H^{26}Az^2.HI$. Ce sel ne peut prendre naissance que par soustraction des éléments de l'acide iodhydrique à l'iodure d'éthyle, avec mise en liberté d'éthylène, la spartéine se comportant dans l'espèce comme le ferait une base minérale, d'après l'équation :

$$C^2H^5I + C^{15}H^{26}Az^2 = C^2H^4 + C^{15}H^{26}Az^2.HI.$$

B. *Action de l'iodure d'éthyle sur la spartéine en solution dans l'alcool absolu.* — *a*. A froid, la réaction est d'une extrême lenteur. Après plus d'un mois, la base a été retrouvée presque tout entière intacte.

b. L'attaque est plus rapide à chaud.

1. On chauffe à reflux, pendant 3 jours, poids égaux de base, d'iodure d'éthyle et d'alcool absolu. Après refroidissement, on sépare par filtration un produit solide blanc et une liqueur mère à peine colorée.

Trois corps, dont le poids total égale sensiblement les $\frac{3}{5}$ de celui de la base employée, se trouvent en dissolution dans la liqueur : l'iodhydrate de spartéine et deux iodoéthylates isomériques. En effet : 1° la teneur en iode du produit, après élimination de

toute trace d'alcool, concorde avec cette hypothèse; 2° un excès de soude en libère de la spartéine, qu'on enlève par l'éther, et une huile lourde jaune rougeâtre, facile à extraire au chloroforme, laquelle, après élimination complète du solvant, se présente sous la forme d'une masse cristalline jaunâtre, non homogène, dont la composition répond à la formule $C^{15}H^{26}Az^{2}.C^{2}H^{5}I$. On peut isoler de ce dernier produit, par cristallisation dans l'alcool d'abord, et dans l'eau ensuite, un corps se présentant au microscope en tétraèdres plus ou moins tronqués, peu soluble dans l'eau froide et très soluble dans l'eau chaude et l'alcool méthylique, ayant pour pouvoir rotatoire en solution méthylique $[\alpha]_D = -25°42'$ et répondant à la formule

$$C^{15}H^{26}Az^{2}.C^{2}H^{5}I;$$

l'alcool mère fournit à l'évaporation un produit de même composition très soluble dans l'eau, même à froid, et dans lequel le pouvoir rotatoire $-38°,4$ indique clairement la présence d'un second iodoéthylate.

L'iodoéthylate $[\alpha]_D = -25°42'$ traité par HI en léger excès, fournit un iodhydrate $C^{15}H^{26}Az^{2}.C^{2}H^{5}I.HI$ qui cristallise dans un mélange d'alcool méthylique et d'acétone et dont le pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -16°8'$ en solution aqueuse.

L'étude du produit solide blanc séparé de la liqueur mère, et dont le poids est voisin du poids de la base mise en œuvre, a été faite suivant une méthode analogue. Il s'est montré formé d'iodhydrate de spartéine (environ la moitié du poids), et de deux iodhydrates d'iodoéthylates isomériques.

2. En faisant l'expérience en tubes scellés au voisinage de 100°, on a pu constater la production d'une certaine quantité d'oxyde d'éthyle $(C^{2}H^{5})^{2}O$, résultant évidemment de l'action de l'iodure d'éthyle sur l'alcool, avec élimination d'acide iodhydrique, que fixent immédiatement, en favorisant ainsi cette élimination, la spartéine et ses iodoéthylates. Il est d'ailleurs vraisemblable que l'oxyde d'éthyle prend naissance aussi dans l'opération à reflux, et qu'il s'évapore, par suite d'une condensation insuffisante, au fur et à mesure de sa production.

Les parois des tubes scellés sont tapissées d'un abondant produit solide blanc, légèrement rougeâtre, qu'on sépare par essorage du liquide jaunâtre qui le baigne. Du produit solide on a pu séparer, par cristallisation dans l'alcool absolu, un iodhydrate d'iodoéthylate de pouvoir rotatoire $-26°,91$ en solution aqueuse, qui doit être celui qu'avaient déjà préparé Mills et Bamberger, et représente vraisemblablement un mélange des iodhydrates d'iodoéthylates α et α'; on y a en outre reconnu la présence d'iodhydrate de spartéine. Quant à la liqueur d'essorage, si, après évaporation de l'alcool, on reprend le résidu par l'eau, et qu'on ajoute un excès de soude caustique à la solution, il se précipite de la spartéine, qu'on enlève par l'éther, et un mélange des deux iodoéthylates, qu'on extrait comme précédemment par le chloroforme.

C. Nous avons tenté en vain de fixer l'iodure d'éthyle sur l'iodhydrate de spartéine. A 130°-140° ce sel est demeuré intact, contrairement à ce que nous avons observé antérieurement avec l'iodure de méthyle.

Les expériences qui précèdent établissent, *en résumé*, que, dans l'action de l'iodure d'éthyle sur la spartéine, il se forme de l'iodhydrate de spartéine

et, à l'état libre ou uni à l'acide iodhydrique, deux iodoéthylates isomériques.

Selon Mills, l'iodhydrate d'iodoéthylate de spartéine est inattaquable par les alcalis, même à l'ébullition.

D'après Bamberger, au contraire, le corps est décomposé déjà à froid par la lessive de soude; il y aurait mise en liberté de spartéine et d'iodoéthylate. Nous avons observé que l'attaque se produisait bien à froid, mais que, comme il était à prévoir, l'iodoéthylate de spartéine était le seul corps mis ainsi en liberté. Il est probable que Bamberger avait opéré, dans l'expérience de décomposition, sur un produit mélangé d'iodhydrate de spartéine.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Densités de l'anhydride carbonique, du gaz ammoniac et du protoxyde d'azote.* Note de MM. **Philippe-A. Guye** et **Alexandre Pintza**, présentée par M. G. Lemoine.

Comme suite à notre travail sur la densité du protoxyde d'azote [1], nous avons repris celles de l'anhydride carbonique et du gaz ammoniac. Pour le premier de ces gaz, la concordance entre les mesures de M. Leduc et de lord Rayleigh est moins bonne que nous ne l'avions admis à la suite d'une erreur de transcription de chiffres. Pour l'ammoniac, nous ne connaissons qu'une mesure faite avec soin : c'est celle de M. Leduc; mais le gaz employé y était dégagé d'une solution aqueuse d'ammoniaque du commerce; il est donc à présumer (d'après Stas) qu'il contient des amines organiques (méthylamines, etc.) et que la densité est de ce fait un peu trop élevée. Il nous a donc semblé utile de répéter cette détermination en opérant d'après la méthode que nous avons précédemment décrite.

L'anhydride carbonique a été obtenu par décomposition du bicarbonate de soude. Le pouvoir absorbant du charbon pour l'anhydride carbonique étant faible, la pesée de ce gaz a été effectuée dans un appareil contenant de la potasse caustique concentrée dans laquelle il est d'ailleurs totalement absorbé.

Après divers essais, la méthode qui nous a paru la plus sûre pour préparer le gaz ammoniac est la suivante. On distille la moitié environ d'un récipient industriel, contenant de l'ammoniaque liquéfiée, de façon à recueillir un produit pauvre en bases organiques. Le gaz de cette distillation est dirigé lentement à travers un tube de verre de Bohême, chauffé au rouge et contenant de la chaux vive en morceaux; les bases organiques se transforment alors en hydrocarbures et en gaz ammoniac. Celui-ci est

---

(1) Guye et Pintza, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 677.

recueilli dans une solution d'acide chlorhydrique, et le chlorure d'ammonium formé, purifié par cristallisation, est mélangé avec de la chaux pour dégager le gaz ammoniac; ce dernier est desséché sur de longues colonnes de potasse caustique récemment fondue; cette décomposition est effectuée dans des appareils entièrement construits en verre soudé. Le gaz dont nous avons déterminé la densité était absorbable, sans résidu, par l'acide sulfurique; il a été pesé par absorption dans le charbon.

Voici, d'après nos mesures, le poids du litre normal de gaz (à 0°, 1^{atm}, $h=0$, $\lambda=45°$); nous y joignons les mesures faites pour le protoxyde d'azote, modifiées par une petite correction de compressibilité qu'à tort nous avions crue négligeable :

	CO^2.	NH^3.	N^2O.
	1^g,97684	0^g,77080	1^g,97762
	1,97676	0,77069	1,97707
	1,97681	0,77073	1,97760
	»	0,77099	»
	»	0,79076	»
Moyennes	1,9768	0,7708	1,9774
D'après Leduc	1,9763	0,7719	1,9780
D'après lord Rayleigh..	1,9769	»	1,9777

Pour N^2O et CO^2, l'accord entre nos mesures et celles de Lord Rayleigh est à la limite de la précision des méthodes (soit $\frac{1}{6000}$ à $\frac{1}{19000}$). Pour NH^3, nous trouvons une valeur inférieure de $\frac{1}{700}$ à celle donnée par M. Leduc, qui serait cependant, d'après cet auteur, exacte à $\frac{1}{3000}$ près. Nos mesures portant sur un volume de $3^l,5$ environ de gaz et comportant des précautions spéciales pour éliminer toutes traces de bases organiques, nous considérons qu'elles représentent mieux la densité; pour lever tous les doutes, il serait néanmoins désirable que cette mesure fût répétée par d'autres observateurs.

Voici, d'autre part, les comparaisons qui peuvent être faites entre les densités des gaz CO^2 et N^2O, ainsi que des gaz N^2 et CO, d'après les méthodes appliquées récemment par l'un de nous ([1]) au rapport des densités ($N^2:O^2$).

Rapport corrigé des densités des gaz N^2O *et* CO^2. — Le rapport direct des densités, rapporté à $CO^2 = 44,002$ est $R = 44,025$ (moyenne de toutes les mesures). Le poids moléculaire corrigé M de N^2O et le poids atomique de l'azote N qu'on en déduit sont :

Méthode.	Facteur de correction.	M.	N.
Densités correspondantes : $N^2O\ \frac{0°}{760}$, $CO^2\ \frac{-4°,5}{729}$..	1,00033	44,011	14,006
Réduction à 0° des éléments critiques..............	1,00023	44,015	14,008
Moyenne..			14,007

([1]) GUYE, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1241 et 1386.

Rapport corrigé des densités des gaz N^2 *et* CO. — Le rapport direct des densités, rapporté à CO = 28,002, est 28,008 (Rayleigh) et 28,006 (Leduc) : moyenne = 28,007. Le poids moléculaire M corrigé de N^2 et le poids atomique N correspondants sont :

Méthodes.	Facteur de correction.	M.	N.
Densités limites (D. Berthelot)	1,00008	28,009	14,005
» » (Rayleigh)	1,00025	28,014	14,007
Réduction des éléments critiques	1,00017	28,012	14,006
Densités correspondantes : $N^2 \frac{-11^\circ}{719}$, CO $\frac{0^\circ}{760}$	1,00014	28,011	14,006
» » températures Avogadro	1,00014	28,011	14,006
» » volumes moléculaires (Leduc)	1,0001	28,010	14,005
Moyenne	1,00015	28,011	14,006

Les nombres 14,007 et 14,006 nous paraissent représenter les valeurs les plus probables du poids atomique de l'azote, déduits de la comparaison des densités des gaz (N^2O : CO^2) et de (N^2 : CO). Ces résultats confirment le nombre 14,009 déduit du rapport des densités (N^2 : O^2).

THERMOCHIMIE. — *Thermochimie du néodyme.* Note de M. **Camille Matignon**.

J'ai effectué de nombreuses mesures thermiques dans le but de déterminer les chaleurs de formation des principaux composés du néodyme et de fixer, par suite, la physionomie générale du métal.

Sulfure. — Le sulfure de néodyme, sur la préparation et les propriétés duquel je reviendrai, paraît exister sous plusieurs formes de teintes différentes. J'ai étudié au calorimètre un sulfure rouge brun foncé Nd^2S^3 indécomposable par l'eau froide mais soluble dans l'acide chlorhydrique étendu avec dégagement de H^2S.

Chaleur de dissolution dans l'acide chlorhydrique. — L'opération a été faite en liqueur suffisamment étendue pour que le gaz sulfhydrique reste entièrement dissous, elle a conduit à la valeur $75^{Cal},8$:

$$Nd^2S^3 \text{ sol.} + 6HCl \text{ diss.} = 2NdCl^3 \text{ diss.} + 3H^2S \text{ diss.} + 75^{Cal},8.$$

En tenant compte des déterminations qui suivent, on en déduit $285^{Cal},9$

pour la chaleur de formation du sulfure solide Nd^2S^3, soit $95^{Cal},3$ par atome de soufre.

CHLORURE. — *Chaleur de dissolution du sel anhydre.* — Le chlorure se dissout rapidement dans l'eau en dégageant $35^{Cal},40$ par molécule à la température de 17° :

$$NdCl^3 \text{ sol.} + Aq = NdCl^3 \text{ diss.} + 35^{Cal},40.$$

Chaleur de dissolution du sel hydraté $NdCl^3, 6H^2O$. — Ce sel, très soluble dans l'eau, dégage encore de la chaleur en s'y dissolvant, $+7^{Cal},60$ vers 15° :

$$NdCl^3, 6H^2O \text{ sol.} + Aq = NdCl^3 \text{ diss.} + 7^{Cal},60;$$

par conséquent,

$$NdCl^3 \text{ sol.} + 6H^2O \text{ sol.} = NdCl^3, 6H^2O \text{ sol.} + 19^{Cal},4.$$

Chaleur de dissolution de Nd^2O^3 *dans* HCl. — L'oxyde Nd^2O^3 pur et anhydre se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique étendu en dégageant $105^{Cal},5$:

$$Nd^2O^3 \text{ sol.} + 6HCl \text{ diss.} = 2NdCl^3 \text{ diss.} + 3H^2O \text{ liq.} + 105^{Cal},5.$$

En tenant compte de la chaleur d'oxydation du néodyme $435^{Cal},1$ pour 2Nd (¹), on en déduit les chaleurs de formation suivantes, à partir des éléments néodyme et chlore et de l'eau solide :

$NdCl^3$	$249^{Cal},5$
$NdCl^3, 6H^2O$	$268^{Cal},9$

IODURE. — *Chaleur de dissolution dans l'eau.* — L'iodure anhydre NdI^3 est très soluble dans l'eau comme le chlorure; la dissolution dégage, à 19°, $48^{Cal},9$ par molécule :

$$NdI^3 \text{ sol.} + Aq = NdI^3 \text{ diss.} + 48^{Cal},9.$$

Chaleur de dissolution de Nd^2O^3 *dans* HI. — L'acide iodhydrique étendu dissout immédiatement l'oxyde de néodyme, en dégageant, à 19°, $106^{Cal},1$ par molécule d'oxyde :

$$Nd^2O^3 \text{ sol.} + 6HI \text{ diss.} = 2NdI^3 \text{ diss.} + 3H^2O \text{ liq.} + 106^{Cal},1.$$

On peut tirer des valeurs précédentes la chaleur de formation de l'iodure à partir de ses éléments solides :

NdI^3	$157^{Cal},7$

SULFATE. — *Chaleur de dissolution du sel anhydre.* — Mesurée à 14°, cette chaleur a été trouvée égale à $36^{Cal},50$:

$$Nd^2O^3 3SO^3 \text{ sol.} + Aq = Nd^2O^3 3SO^3 \text{ diss.} + 36^{Cal},50.$$

(¹) MUTHMANN et WEISS, *Annalen der Chemie*, t. CCCXXXI, 1904, p. 44.

Chaleur de dissolution du sel à $5H^2O$. — Ce sel, qui n'avait jamais pu être obtenu jusqu'ici, alors qu'on connaissait déjà le sel correspondant de praséodyme, nous a donné la valeur $8^{Cal},30$:

$$Nd^2O^33SO^3, 5H^2O \text{ sol.} + Aq = Nd^2O^33SO^3 \text{ diss.} + 8^{Cal},30.$$

Chaleur de dissolution du sel hydraté normal à $8H^2O$. — Elle est égale à $6^{Cal},70$ à 15° :

$$Nd^2O^33SO^3, 8H^2O \text{ sol.} + Aq = Nd^2O^33SO^3 \text{ diss} \ldots\ldots + 6^{Cal},70$$

Chaleur de dissolution de Nd^2O^3 *dans* SO^4H^2. — L'acide sulfurique étendu dissout assez rapidement l'oxyde pur. On a trouvé, à 17°, $106^{Cal},40$:

$$Nd^2O^3 \text{ sol.} + 3SO^4H^2 \text{ étendu} = Nd^2O^3, 3SO^3 \text{ diss.} + 3H^2O \text{ liq} \ldots\ldots + 106^{Cal},40$$

On calcule, d'après ces nombres, les chaleurs de formation suivantes :

$Nd^2O^33SO^3$ .... $928^{Cal},2$
$Nd^2O^33SO^3, 8H^2O$ .... $946^{Cal},8$ à partir de l'eau solide

Afin de bien préciser la place occupée par le néodyme dans le groupe des éléments métalliques, au point de vue de son activité chimique, je réunis les valeurs précédentes en y joignant les chaleurs de formation des sels correspondants de quelques éléments voisins. Ces chaleurs de formation sont toutes rapportées à des quantités de matière contenant deux valences de l'élément métallique :

	MO.	MS.	MCl^2.	MI^2.	$MOSO^3$.	$MO+SO^3$.
	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal	Cal
Sodium........	100,9	89,3	195,8	138,2	328,1	123,5
Lithium........	145,3	109,5	195,8	130,6	333,5	84,5
Calcium........	145	104,3	183,4	120,8	330,9	82,2
Néodyme.......	145	95,3	166,3	105,1	309,4	60,7
Magnésium.....	144	79,4	151,2	84	300,9	53,2

L'examen de ce Tableau montre nettement que le néodyme et, par conséquent, les métaux voisins du groupe des terres rares viennent se placer, au point de vue de leur affinité chimique pour les autres éléments, entre les alcalino-terreux et le magnésium. Les grandes lignes de l'histoire chimique du néodyme peuvent être maintenant prévues par la considération de ces constantes thermiques. J'en montrerai ultérieurement les nombreuses conséquences.

CHIMIE ALIMENTAIRE. — *Influence des éléments de la farine bise sur l'extraction du gluten et sur la panification.* Note de MM. **Lindet** et **L. Ammann**, présentée par M. Th. Schlœsing.

L'extraction du gluten, en vue de son dosage, est d'autant plus difficile que la farine est moins blanche; cette extraction devient même impossible quand il s'agit des farines bises dites *troisièmes* et *quatrièmes*. Ce phénomène, qui semble n'avoir pas été étudié, présente cependant un grand intérêt, puisque les éléments, qui agissent sur le gluten dans les farines bises, se retrouvent dans les autres, proportionnellement à la quantité de débris d'enveloppes qu'elles renferment, la perte en gluten devenant minima et négligeable avec les farines supérieures.

Quand, à un poids donné de farine blanche, on ajoute des quantités croissantes de farine bise, on constate tout d'abord que le gluten extrait fixe une partie de la matière azotée plastique de la farine bise, quantité qui peut s'élever jusqu'à 10 pour 100 du poids de celle-ci, puis, que la matière azotée ainsi fixée diminue progressivement, et qu'enfin le poids de gluten que la farine blanche aurait donné diminue à son tour jusqu'à devenir nul; tout s'échappe alors des mains de l'opérateur.

Les mêmes actions se reproduisent si l'on fait absorber de la farine bise à un gluten préalablement rassemblé, pour le malaxer ensuite sous un filet d'eau; si l'on incorpore peu à peu une quantité déterminée de farine bise, le gluten gagne des matières azotées; si, au contraire, cette même quantité est introduite d'un seul coup, le gluten se désagrège. La farine bise renferme donc des éléments qui agissent sur le gluten proportionnellement à leur poids.

Nous avons constaté que la présence d'une plus grande quantité de matières azotées solubles dans les farines bises n'a pas d'influence sur l'extraction du gluten; une farine blanche, débarrassée de ces matières azotées par un lavage à l'eau glacée donne autant de gluten que si elle n'avait pas été lavée; en outre, ces matières azotées solubles ne dissolvent pas le gluten.

Les phénomènes signalés plus haut semblent tenir à quatre causes dont les effets se superposent :

1° La gluténine qui, comme l'a montré M. Fleurent, prédomine par rapport à la gliadine dans les farines inférieures, s'oppose d'autant plus à l'extraction du gluten

que le rapport des deux matières azotées s'écarte davantage du rapport type fixé par lui (75 pour 100 de gliadine, 25 pour 100 de gluténine); nous avons pu retirer une petite quantité de gluten d'une farine incapable d'en fournir directement, en ajoutant à celle-ci de la gliadine extraite par l'alcool à 70°.

2° L'excès d'acidité que présentent les farines inférieures doit être pris en considération : en saturant cette acidité par le carbonate de soude, comme l'avait fait M. Fleurent vis-à-vis des farines vieillies, nous avons recueilli un peu de gluten, alors que la farine employée ne pouvait pas en donner.

3° Nous avons constaté dans les farines bises la présence d'une matière mucilagineuse, d'une gomme, provenant principalement des débris de sons, et qui paraît être, en grande partie du moins, l'amylane ($\alpha_D = -146°$), signalée dans l'orge par l'un de nous. Cette matière mucilagineuse, en s'interposant entre les molécules de gluten, empêche celui-ci de se rassembler. On peut reproduire ce phénomène, en mélangeant de la farine blanche avec ce mucilage desséché dans le vide, à froid; le pâton ainsi préparé se désagrège sous un filet d'eau, sans fournir de gluten; il en est de même si l'on malaxe de la farine blanche avec de l'eau chargée de mucilage de seigle, de mucilage de graines de lin, de gélatine ou de glycérine. Les matières mucilagineuses sont donc susceptibles de s'opposer à la réunion du gluten.

4° En présence des faits relatés ci-dessus, il semble que l'on puisse obtenir du gluten avec de la farine bise préalablement débarrassée par l'eau de son acidité et de son mucilage; il n'en est rien. On se trouve en effet en présence d'un autre écueil : les débris cellulosiques du son divisent le gluten et empêchent ses particules de s'agglutiner. On peut en effet isoler ces débris par une saccharification diastasique suivie d'une digestion pepsinique et mélanger ces débris à de la farine blanche, reconstituer, en un mot, la farine bise, à ce point de vue; le pâton, malaxé à l'eau, cesse de fournir du gluten. La même expérience peut être faite en substituant à ces débris de la sciure de bois très finement divisée ou de la pulpe de féculerie. De même, les débris cellulosiques ou la sciure de bois peuvent être mécaniquement incorporés à du gluten de farine blanche; celui-ci, trituré sous un filet d'eau, se désagrège et s'échappe des mains. La présence de ces débris de son n'a pas seulement l'inconvénient de désagréger, d'user le gluten; quand ceux-ci ne sont pas trop nombreux et que l'on est parvenu à réunir quand même un gluten, court et cassant, on constate que la teneur de celui-ci en matières azotées, au lieu d'être de 88 à 92 pour 100 ($Az \times 6,25$), comme il l'est dans les glutens ordinaires, s'abaisse avec la quantité de débris jusqu'à 80 et même 78 pour 100. M. Balland avait d'ailleurs constaté que les glutens des farines supérieures renferment plus d'azote que ceux des farines ordinaires.

C'est à la forme irrégulière de ces débris qu'il faut attribuer leur adhérence au gluten; on peut en avoir la preuve dans l'action comparée de l'amidon cru et de l'amidon étuvé vis-à-vis du gluten; le premier, dont la surface est lisse et la forme lenticulaire, glisse aisément entre les mailles glutineuses et s'échappe; le second, qui a éclaté partiellement à la chaleur sèche, présente une surface rugueuse et dentelée, qui use le gluten d'une

part, et qui, d'autre part, surcharge le produit plastique recueilli, à la façon des débris cellulosiques ou de la sciure de bois.

Les faits qui précèdent permettent d'expliquer pourquoi la pâte des farines bises lève mal à la panification : la céréaline de Mège-Mouriez et les autres diastases, que les débris de sons et de germes apportent, ne possèdent qu'une action oxydante vis-à-vis des composés solubles de la farine et qu'une action saccharifiante vis-à-vis de l'amidon; elles n'agissent pas sur le gluten, comme on l'a prétendu; l'excès de gluténine et l'acidité des farines bises, leur teneur en matières mucilagineuses, la présence des débris cellulosiques, divisent le gluten, le rendent court et cassant et moins propre à se soulever sous l'influence de l'acide carbonique.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la cause du dépérissement des vignes de la Tunisie, de l'Algérie et du Midi de la France.* Note de M. **L. Ravaz**, présentée par M. Prillieux.

Cette année, les vignes de la Tunisie, de l'Algérie et du Midi de la France ont présenté de nombreux cas de dépérissement, qui ont causé quelque inquiétude chez les viticulteurs. Les souches atteintes sont isolées ou groupées sur des étendues plus ou moins considérables; mais même dans les *taches* les plus régulières il y a toujours, encadrés par des ceps morts ou mourants, d'autres ceps entièrement sains et d'autant plus vigoureux que les souches mortes sont plus nombreuses autour d'eux.

L'année dernière, toutes ces vignes, même celles qui ont succombé, étaient fort belles; on en peut juger encore à la grosseur des branches à fruits. Mais, avant, pendant et après la vendange, les feuilles des souches actuellement très affaiblies prirent une teinte rouge brun; beaucoup se desséchèrent et la défeuillaison eut lieu hâtivement. Les grappes, *toujours très nombreuses,* ne purent arriver à maturité : leurs grains, restés petits, ne donnèrent que peu de moût et un vin peu coloré et de faible degré alcoolique.

1° A la taille d'hiver, quelques sarments étaient déjà partiellement desséchés et, au printemps, les vignerons virent, non sans effroi, que beaucoup de souches étaient mortes ou affaiblies.

2° Les bras et le tronc des souches très affaiblies sont encore actuellement vivants. Les racines, par contre, sont plus altérées, les plus petites déjà pourries, les plus grosses plus ou moins endommagées.

Sur leurs tissus morts et pourris on trouve des détriticoles, tels que *anguillules*, *cœpophagus echinopus*, des mycélium divers et même des bactéries. Mais la présence de ces organismes n'est pas constante; et, quand ils existent, ils ne se trouvent jamais que dans les parties mortes. Leur rôle dans l'affaiblissement de la vigne est donc nul.

Par contre, les tissus vivants non encore altérés des racines et de toute la plante sont *vides :* même pendant l'hiver, ils sont dépourvus d'amidon; le noyau est très réduit ou disparu : ils *présentent, en somme, les caractères des tissus des plantes épuisées par une trop grande fructification* ([1]).

3° Dans les parcelles de vignes les plus déprimées, il y a toujours quelques beaux ceps, aux racines entièrement saines, quoique entremêlées aux racines pourries. Ce sont : 1° des ceps *coulards* infertiles; 2° de très jeunes ceps qui n'ont pas encore porté de fruits; 3° des provins qui ont peu fructifié; 4° des greffes de 1904 qui n'ont pas encore fructifié; 5° ou des souches disposant de beaucoup d'espace.

Toutes ces vignes, vigoureuses et saines, ont leurs racines entremêlées à celles des souches mortes et mourantes, ce qui exclut l'intervention d'un parasite quelconque. En 1904, elles ont *peu ou pas fructifié,* tandis que les autres ont donné beaucoup de fruits. Enfin, comme nous avons reproduit ces dépérissements, à tous les degrés, simplement en augmentant la production par une taille plus généreuse, il faut bien convenir qu'ils ont pour cause unique la *surfructification*, qui d'ailleurs a été générale en 1904.

Le remède découle de ce qui précède : taille courte, enlèvement des grappes en excès, fumure copieuse et, quand c'est possible, arrosages pendant l'été.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence d'un glucoside cyanhydrique dans les feuilles de sureau,* Sambucus nigra L. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **Em. Danjou.**

En poursuivant, à l'aide du procédé à l'émulsine ([2]), la recherche, dans les végétaux, des glucosides hydrolysables par cet enzyme, on a pu con-

([1]) Voir L. Ravaz, *La brunissure de la vigne* (Montpellier, Coulet et fils).

([2]) Em. Bourquelot, *Recherche dans les végétaux du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine* (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 691).

stater que ces principes sont beaucoup plus répandus qu'on ne le croyait généralement (¹).

A cet égard, le nouveau fait que nous publions aujourd'hui présente un intérêt particulier, en ce sens qu'il s'agit d'un glucoside cyanhydrique et que ce glucoside a été trouvé dans une plante vulgaire, employée depuis longtemps en médecine sans qu'on y ait soupçonné sa présence.

Ce glucoside a été découvert au cours des opérations suivantes que comporte le procédé en question :

Dans un ballon placé sur un bain-marie et contenant de l'alcool à 95° bouillant, on a introduit 200^{g} de feuilles de sureau fraîches et cueillies au moment de l'expérience. On a relié le ballon à un réfrigérant à reflux et l'on a continué à chauffer pendant 20 minutes. On a ensuite laissé refroidir, puis séparé le liquide alcoolique.

Après avoir additionné celui-ci d'un peu de carbonate de calcium précipité, on l'a distillé sous pression réduite jusqu'à consistance d'extrait, et l'on a repris l'extrait par de l'eau thymolée, employée en quantité telle que 100$^{cm^3}$ de la solution représentaient 100^{g} de feuilles fraîches.

De cette solution, 20$^{cm^3}$ ont été réservés pour servir de témoin (A), et le reste a été additionné d'émulsine (B); puis le tout a été abandonné à la température du laboratoire (18° à 22°).

Le quatrième jour, la première portion et une partie de la seconde ont été déféquées au sous-acétate de plomb, puis examinées au polarimètre (tube de 2^{dm}).

Il a été ainsi constaté que, sous l'influence de l'enzyme, la déviation du liquide, droite à l'origine, avait augmenté de 30 minutes. D'autre part, l'essai à la liqueur cuproalcaline des liquides A et B indiquait qu'il s'était formé une certaine quantité de sucre réducteur.

La feuille de sureau renfermait donc un principe dédoublable par l'émulsine.

Mais au cours de la défécation on avait remarqué que le liquide B exhalait une forte odeur d'acide cyanhydrique.

Pour s'assurer que l'odeur était bien due à ce composé, on a soumis à la distillation le reste de ce liquide. Le distillat présentait toutes les propriétés d'une solution étendue d'acide cyanhydrique : production de bleu de Prusse dans les conditions connues; coloration bleue de la teinture de résine de gaïac additionnée d'une solution de sulfate de cuivre au $\frac{1}{5000}$ (Schönbein).

En conséquence, il fallait conclure que le principe décelé par l'émulsine était un glucoside de l'acide cyanhydrique.

Ce point établi, une question se posait à l'esprit. Comment expliquer, l'acide cyanhydrique étant, à cause de son odeur, facile à découvrir, que ce glucoside fût resté inaperçu jusqu'ici?

(¹) Em. Bourquelot et H. Hérissey, *Sur un glucoside nouveau, l'aucubine, retiré des graines d'*Aucuba Japonica L. (*Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1441).

La raison en est que les feuilles de sureau, contrairement à celles de laurier-cerise, ne renferment pas d'émulsine.

En effet, si l'on écrase des feuilles fraîches et saines de sureau, si l'on ajoute de l'eau et si, après quelques heures, on distille, le liquide distillé ne renferme pas de trace appréciable d'acide cyanhydrique. Mais si, au produit restant dans le ballon et refroidi, on ajoute de l'émulsine, on ne tarde pas à percevoir l'odeur de cet acide, et l'eau distillée que l'on obtient alors en présente toutes les réactions.

Reste à connaître la nature de ce glucoside et les proportions dans lesquelles il se trouve dans la plante.

Bien que nous ne l'ayons pas encore isolé, nous pouvons dire que ce glucoside est un corps très voisin de l'amygdaline, sinon l'amygdaline elle-même. Car il donne, par hydrolyse à l'aide de l'émulsine, non seulement du glucose et de l'acide cyanhydrique, mais encore un composé aldéhydique. La présence de ce dernier a été décelée dans la solution cyanhydrique par les deux réactions suivantes, que donne également l'eau de laurier-cerise : 1° recoloration de la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux; 2° production lente d'un trouble laiteux après addition de traces d'ammoniaque.

D'ailleurs la même solution cyanhydrique ne réduit pas la liqueur cupropotassique, ce qui permet de penser que l'aldéhyde en question est une aldéhyde aromatique.

En résumé, la feuille de sureau renferme un glucoside cyanhydrique qui, sous l'influence de l'émulsine, donne du glucose, de l'acide cyanhydrique et une aldéhyde. Ajoutons qu'après avoir fait agir de l'émulsine sur 1^{kg} de feuilles fraîches, nous avons pu enlever par distillation 126^{mg} d'acide cyanhydrique.

ZOOLOGIE. — *Modifications et rôle des organes segmentaires chez les formes épitoques d'Annélides Polychètes.* Note de M. **Louis Fage**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'épitoquie a été signalée d'une manière certaine seulement dans les familles des Cirratuliens, des Euniciens, des Syllidiens et des Lycoridiens [1]. A ce moment de crise génitale, les organes segmentaires subissent de profondes modifications.

---

(1) La *Kefersteinia cirrata* Kef., parmi les Hésioniens, aurait aussi une forme épitoque

Pour les Cirratuliens, Caullery et Mesnil, qui ont étudié avec soin l'évolution de la *Dodecaceria concharum* (¹) OErst., indiquent à ce propos que la forme sédentaire atoque (forme A) possède des néphridies tout à fait rudimentaires, uniquement représentées par un pore segmentaire placé à la séparation de deux segments consécutifs. Il n'y a aucune trace de pavillon cilié. Au contraire, chez les formes épitoques B et C, on voit apparaître, pendant la poussée des soies pélagiques, un large entonnoir cilié, provenant du dissépiment, et qui vient se joindre au pore néphridial déjà existant. La ponte est assurée par cet organe.

Parmi les Euniciens, les seuls cas d'épitoquie connus sont relatifs au *Palolo.* Bien que les détails anatomiques manquent en ce qui concerne les néphridies, Friedländer (²) nous apprend que, chez le *Pacific Palolo* (*Eunice viridis* Gr.), l'expulsion des produits génitaux se fait, au moins en partie, par les organes segmentaires. D'autre part, Mayer (³) a vu l'*Atlantic Palolo* (*Eunice fucata*) déverser son sperme ou ses œufs par les pores néphridiaux. Ce ne serait qu'à la suite d'un traumatisme qu'il y aurait rupture de la paroi du tronçon génital.

Pour les Syllidiens, Malaquin (⁴), Goodrich (⁵), Pruvot (⁶) ont successivement indiqué les modifications principales que subit la néphridie dans les stolons. Les individus immatures ont une néphridie se terminant dans le cœlome par un simple néphrostome. Au contraire, dans les stolons se greffe à elle un large pavillon dépendant de l'épithélium péritonéal. Le tube néphridial est lui-même considérablement élargi; l'expulsion des cellules sexuelles s'opère facilement par cette voie.

Dans la famille des Lycoridiens les faits se passent tout autrement. J'ai étudié à ce point de vue les Heteronereis des *Perinereis cultrifera* Gr., *Eunereis longissima* Johst., *Nereis pelagica* L., *N. fucata* Sav., *Platynereis Dumerillii* Aud. et Edw. Sauf pour cette dernière espèce, je n'ai trouvé

---

d'après Malaquin. Le fait n'a pas été confirmé. De même, de Saint-Joseph, Gravier ont décrit des soies natatoires chez les individus sexués d'un Phyllodocien, la *Mystides limbata* Saint-Joseph.

(¹) *Ann. Univ. Lyon*, 1898.

(²) *Zool. Anz.*, Bd. 27, 1904.

(³) *Amer. Soc. Zool. Science*, N. S., vol. XVII, 1903.

(⁴) *Mém. de la Soc. des Sc. et Arts de Lille*, 1893.

(⁵) *Quart. Journ. of Micros. Sc.*, 1900.

(⁶) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902.

aucune modification de la néphridie, ni dans sa forme ni dans sa structure; elle reste identique à celle des formes néréidiennes correspondantes, et comme elle matériellement incapable de servir de conduit vecteur. Chez la *Platynereis Dumerillii* Aud. et Edw., la néphridie se modifie, mais dans un sens opposé aux modifications signalées plus haut : elle subit une dégénérescence pigmentaire très nette. Le pavillon disparait entièrement, le cytoplasme néphridial n'est plus visible, le revêtement péritonéal externe subsiste encore, ainsi que les noyaux, la plupart en état de pyknose. Les grains de pigment sont d'un jaune brun, très fins et très nombreux, généralement agglomérés en petits amas irréguliers.

La famille des Lycoridiens est donc une exception d'autant plus remarquable que l'épitoquie se présente chez elle avec une constance beaucoup plus grande que partout ailleurs. Il est par conséquent d'un haut intérêt de chercher l'explication de ce fait. Les modifications qui atteignent l'organe segmentaire chez les formes épitoques sont toujours de même ordre : augmentation du diamètre de la néphridie et formation, aux dépens du péritoine, d'un pavillon vibratile; elles ont pour résultat de rendre l'organe apte à conduire au dehors les éléments génitaux. En un mot, l'organe segmentaire change complètement de fonction. Mais, pour qu'un organe puisse à un moment donné être appelé à remplir un rôle totalement différent de celui qu'il joue habituellement, il est nécessaire qu'il ne soit pas complètement adapté à ses premières fonctions. Or, précisément, les Lycoridiens sont parmi les Annélides polychètes ceux dont la néphridie est la plus évoluée en vue de l'excrétion. Son néphrostome, bordé de prolongements protoplasmiques, ouvert dans la cavité générale, la met en contact direct avec le liquide cœlomique. Le tube néphridial est très long, pelotonné sur lui-même, décrivant ses circonvolutions au milieu d'un parenchyme néphridial abondant, condensé en une masse globuleuse, et particulièrement actif. Il est tapissé à son intérieur de cils vibratiles puissants et même, dans certaines régions, de cils composés. Au contraire, les Syllidiens, les Euniciens possèdent une néphridie excessivement simple, un tube légèrement arqué, s'ouvrant directement à l'extérieur.

Ainsi il paraît logique de voir dans ce perfectionnement organique de la néphridie des Lycoridiens une raison suffisant à expliquer l'incapacité de celle-ci à se transformer en conduit vecteur des produits génitaux et sa persistance dans l'accomplissement de la seule fonction excrétrice. On comprend dès lors qu'elle puisse même entrer en régression si à un moment où tout est subordonné à la fonction génitale, l'adaptation à la vie

pélagique est plus complète, ce qui semble être le cas pour la *Platynereis Dumerillii* (¹) Aud. et Edw.

ZOOLOGIE. — *Sur les épipodites des Crustacés Eucyphotes.* Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

J'ai montré dans un travail antérieur (²) que les épipodites des pattes thoraciques chez les Eucyphotes se composent de deux parties contiguës : en avant, un tubercule (β) portant un faisceau de longues soies nettoyeuses; en arrière, une branche horizontale à crochet terminal interne (α) embrassant le faisceau de soies du membre suivant. L'une et l'autre partie représentent un organe branchial rudimentaire.

L'étude des Hoplophoridæ et de quelques Pénéides m'a montré depuis le bien-fondé de cette interprétation, tout en me permettant de la rectifier sur quelques points.

Les exopodites persistants sur toutes les pattes thoraciques placent les Hoplophoridæ tout à fait à la base du groupe des Eucyphotes. Or, les formations épipodiales en question s'y montrent plus développées que dans aucune autre famille, alors qu'elles n'existent plus chez les Eucyphotes supérieurs (Palemonidæ, Crangonidæ) et qu'elles disparaissent ou persistent dans des genres très voisins de la façon la plus capricieuse (Alpheidæ, Hippolytidæ). Il s'agit donc bien de vestiges d'organes qui furent fonctionnels.

L'épipodite α des Hoplophoridæ porte un sac branchial cylindrique identique à celui des *Gennadas* et des *Benthesicymus* parmi les Pénéides, mais il s'en distingue par le crochet interne, qui manque à ces derniers. Ce crochet est spécial aux Eucyphotes; ses deux moitiés se développent autour du faisceau de soies du tubercule β comme le crampon d'un parasite végétal provoqué par une tige cylindrique. Tout crochet suppose donc la préexistence du faisceau de soies ou de l'organe branchial antérieur. Le tubercule sétifère (β) ayant disparu sur la cinquième paire chez les *Oplophorus* A.-M. Edwards et les *Systellaspis* Sp. Bate, l'épipodite α de la quatrième paire, pourtant aussi long que les précédents, ne possède plus de crochet, pas plus qu'il n'en possède chez les Rhynchocinètes et chez tous les Pénéides, où l'épipodite α vient fréquemment

(¹) Cette observation s'applique à la forme épitoque pélagique que j'ai seulement pu me procurer; c'est la forme D de Claparède et β de Wistinghausen. Il y a en effet pour cette espèce une autre forme épitoque sédentaire et tubicole.

(²) *Les Alpheidæ* (*Ann. Sc. nat.*, t. IX, 1899, p. 271).

frotter cependant sur le membre qui suit (*Sicyonia*). Chez les *Atya*, le tubercule sétifère n'a subi aucun déplacement sur les volumineuses pattes 3 et 4. Mais l'épipodite α, tendu, pour ainsi dire, entre ce point fixe et sa propre base d'insertion, a dû subir un étirement très visible pour suivre la croissance des articles correspondants. En un mot, le tubercule est la cause et non pas l'effet de la présence du crochet préhenseur.

Ces tubercules sétifères, chez les Hoplophoridæ, égalent en diamètre les épipodites α, auxquels ils sont opposés comme direction, et dont ils sont visiblement une autre forme, égale en importance.

Chaque tubercule, en rapport avec la branche α du membre précédent par une surface articulaire très parfaite, contient un muscle propre. Les soies qu'il porte contiennent aussi à leur base des fibrilles ondulées; elles s'insèrent *sur une membrane molle*, vestige non douteux de la membrane respiratoire antérieure, et d'ailleurs d'une persistance très caractéristique, car on la retrouve interrompant la chitine dure du coxopodite, chez certains Pandalidæ et les Rhynchocinètes, en l'absence de tout tubercule saillant.

Le troisième maxillipède ne porte jamais de tubercule sétifère chez les Eucyphotes. C'est simplement parce que la branchie qu'il représente a persisté, la disparition de ces organes rudimentaires se faisant *toujours* d'arrière en avant. Cette branchie, toutefois, n'est plus en place, mais bien sur la membrane articulaire coxo-pleurale (arthrobranchie). Ainsi s'explique, de la façon la plus simple, la présence anormale de deux arthrobranchies sur ce membre au lieu d'une seule sur tous les autres (Hoplophoridæ, Pandalidæ) ou sa persistance, également anormale, alors que les autres arthrobranchies ont disparu (Alpheidæ).

La même explication est valable, d'ailleurs, pour le reste de la formule branchiale. Les Pénéides possèdent deux arthrobranchies sur chacun des péréiopodes 1, 2, 3, 4, alors que les Eucyphotes en ont une seule, parce que cette seconde arthrobranchie, sauf sur le deuxième maxillipède, est restée sur le coxopodite, où elle a régressé jusqu'à l'état de tubercule sétifère. C'est un fait constant que, parmi les podo- et les pleurobranchies, insérées sur la chitine dure, on trouve beaucoup plus de cas de régression que dans les arthrobranchies, plus facilement irriguées. Celles-ci sont toujours, comme l'a bien fait voir Claus, des branchies émigrées provenant des deux autres séries.

Les deux grands groupes, Pénéides et Eucyphotes, ont donc en réalité une formule branchiale identique, ce qui n'avait pas encore été démontré.

La substitution soudaine d'un tubercule à une branchie fonctionnelle, d'un membre à un autre, existe, au moins aussi frappante, chez les *Sicyonia*, où la volumineuse pleurobranchie de la troisième paire est remplacée sur la quatrième par une petite lame recourbée et dure.

Quant aux soies flexueuses du tubercule, plusieurs explications sont plausibles. La persistance d'une membrane molle me fait douter qu'il s'agisse de soies banales, terminant l'organe rudimentaire.

Je croirais plutôt à des restes de filaments branchiaux, dont la régression ne peut guère se traduire que par des soies. Mais il est possible aussi que l'agitation en milieu dense d'un sac branchial indivis ait suffi pour amener sa division en un faisceau de filaments. M. le professeur Poirier [1] a proposé cette explication pour les franges synoviales; on pourrait en rapprocher le cas des végétaux aquatiques à feuilles dimorphes et aussi celui des poils fasciculés formant un épais feutrage sur les pattes antérieures de certains Palémons, *P. dolichodactylus* Hilg., *P. rudis* Heller.

Dans tous les cas, l'excitation produite par les frottements répétés contre les branchies suffirait à expliquer la longueur excessive de ces soies (30^{mm} et plus).

Les considérations ci-dessus développées doivent, je pense, faire rejeter l'explication proposée par M. Bohn [2], qui voit dans les tubercules sétifères l'effet du frottement fortuit de l'épipodite sur le membre suivant. Je ne connais pas de cas où un semblable frottement, relativement commun, ait fait naître des soies, *a fortiori* un organe pourvu d'un muscle propre et terminé par une membrane restée molle.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte de la houille à Abaucourt (Meurthe-et-Moselle).* Note de M. RENÉ NICKLÈS, présentée par M. R. Zeiller.

J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie, au nom de M. de Lespinats, président des Sociétés lorraines de charbonnages réunies, et de M. Villain, directeur, qu'une couche de houille de $2^{m},65$ a été officiellement constatée par l'Administration des Mines, le lundi 26 juin 1905, dans le sondage entrepris par ces Sociétés à Abaucourt, près Nomeny (Meurthe-et-Moselle). Le toit de la couche est à 896^{m} de profondeur au-dessous de l'orifice du sondage. Les premiers résultats de l'analyse chimique de la houille extraite ont donné 3,57 pour 100 de cendres et 41 pour 100 environ de matières volatiles, composition présentant beaucoup d'analogie avec celles des houilles à gaz (*Flammkohlengruppe*) de Saarbrück.

---

(1) *Traité d'Anatomie*, t. I, 1899, p. 593.

(2) *Des mécanismes respiratoires chez les Crustacés Décapodes* (*Bull. scient. de la France et de la Belgique*, 1901, p. 181).

Ce sondage, commencé le 8 décembre 1904, a son orifice à l'altitude de 189^{m} au-dessus du niveau de la mer; il a pénétré dans le primaire à la profondeur de 830^{m}, soit 641^{m} au-dessous du niveau de la mer. Les terrains traversés entre le toit du primaire et la couche de houille sont : une quarantaine de mètres de schistes argileux rouge brun foncé et gris verdâtre surmontant 3^{m} ou 4^{m} de grès fins micacés : au-dessous, une vingtaine de mètres de schistes gréseux gris foncé à empreintes végétales : à leur base, la houille et, au-dessous, des schistes argileux. L'emplacement de ce sondage avait été déterminé en principe dès le mois de juillet 1904 à peu près au sommet d'une saillie des terrains secondaires se traduisant sur le sol par une boutonnière de marnes de Levallois (Rhétien supérieur).

Cette saillie est située au sud de la faille de Nomeny, qui paraît avoir joué un rôle important dans le prolongement du bassin de Saarbrück en Meurthe-et-Moselle. Au sud de cette faille, les morts-terrains (Trias et Rhétien) ont une épaisseur notablement plus grande qu'au nord; et comme actuellement la lèvre sud est surélevée par rapport à la lèvre nord, on peut en conclure que cette faille a dû jouer deux fois dans des sens différents. La région au sud de cette faille a dû en effet subir, avant le commencement du Trias et au moins pendant tout le Trias, un mouvement d'affaissement qui explique l'épaisseur plus grande des sédiments : puis beaucoup plus tard, un mouvement en sens inverse a relevé la lèvre sud, qui est actuellement constituée aux affleurements par des terrains plus anciens que la lèvre nord.

Cet épaississement notable a porté particulièrement sur le Keuper ($\frac{1}{4}$ en plus environ); sur le Muschelkalk (un peu moins de $\frac{1}{4}$); sur le grès vosgien (environ $\frac{1}{5}$). Il n'en a pas moins permis d'atteindre le Houiller productif à une profondeur de 896^{m}, ce qui est de nature à donner de l'espoir.

Le sondage de Laborde, situé à vol d'oiseau à 3^{km} de celui d'Abaucourt, est sur la retombée ouest de cette saillie; commencé le 24 novembre 1904, il a atteint la surface arasée du primaire à 859^{m} de profondeur, soit 666^{m} au-dessous du niveau de la mer, la cote d'orifice du sondage étant de 193^{m}. Après avoir traversé d'abord des schistes argileux rouge brun foncé et gris verdâtre, puis une trentaine de mètres de conglomérats qu'on pourrait assimiler [1] au *Holzkonglomerat* des *obere Saarbrücker Schichten*, que M. Leppla rattache aux couches inférieures d'Ottweiler, il a rencontré,

---

[1] Cette assimilation paraît rendue vraisemblable par l'identité presque complète des grès et des marnes recueillis à Laborde avec ceux des couches surmontant le *Holzkonglomerat* dans le bassin de Saarbrück.

à 993^m de profondeur, une petite couche de houille de 20^cm d'épaisseur, qui a été constatée le 3 juin 1905.

Si les indications fournies par les plissements posthumes ne sont pas faussées dans cette région par des accidents imprévus, on serait à Laborde dans un niveau un peu supérieur à celui d'Abaucourt, ce qui peut donner l'espoir d'atteindre en profondeur à Laborde la couche d'Abaucourt, si elle se prolonge jusque-là.

GÉOLOGIE. — *Observations relatives à la Note précédente de M. Nicklès;* par M. R. **Zeiller**.

La Note de M. Nicklès, que je viens d'avoir l'honneur de présenter à l'Académie, me paraît appeler quelques indications complémentaires touchant la détermination du niveau des couches atteintes par les sondages en question.

Il a été recueilli au sondage d'Abaucourt, à 895^m de profondeur, c'est-à-dire à 1^m au-dessus de la couche de houille, des empreintes végétales bien conservées dans lesquelles j'ai reconnu :

Pecopteris oreopteridia Schlot. (sp.); *Pec. unita* Brongt.; *Pec. Pluckeneti* Schlot. (sp.). — Un *Sphenophyllum* d'attribution un peu incertaine, qui me paraît cependant devoir être rapporté avec plus de probabilité au *Sphen. oblongifolium* Germ. et Kaulf. qu'au *Sphen. cuneifolium* Sternb. (sp.). — *Annularia sphenophylloides* Zenker (sp.).

Sauf l'hésitation relative à ce *Sphenophyllum*, on n'a affaire là qu'à des espèces stéphaniennes, mais qui se montrent déjà, les unes et les autres, très abondantes dans le faisceau supérieur des *mittlere Saarbrücker Schichten*, c'est-à-dire dans les *obere Flammkohlen*. On ne peut donc hésiter qu'entre cet horizon supérieur des charbons à gaz, correspondant au Westphalien supérieur, et les *Ottweiler Schichten*, qui correspondent au Stéphanien; mais étant donné que l'étage d'Ottweiler est excessivement pauvre en charbon, qu'il est formé de roches généralement rougeâtres et non pas grises comme c'est le cas ici; que, d'autre part, le conglomérat traversé à Laborde paraît assimilable au *Holzkonglomerat* situé au-dessous ou tout au moins à l'extrême base de l'étage d'Ottweiler, on est fondé à penser que la belle couche découverte à Abaucourt appartient au faisceau des *obere Flammkohlen*.

Il y a, comme on le voit, une différence très notable de niveau par

rapport aux sondages d'Eply, de Pont-à-Mousson, de Lesménils et d'Atton, situés au nord de la faille, les couches traversées dans ces sondages ne renfermant que des espèces westphaliennes sans aucun mélange de formes stéphaniennes et paraissant, ainsi que je l'avais dit précédemment (1), pouvoir être assimilées avec assez de vraisemblance, à la zone intermédiaire entre le faisceau inférieur de charbons à gaz (*liegende Flammkohlen*) et le faisceau des charbons gras (*Fettkohlengruppe*) situé à la base de la formation houillère de Saarbrück.

GÉOLOGIE. — *Sur les Préalpes subbétiques aux environs de Jaen.* Note de M. **Robert Douvillé**, présentée par M. de Lapparent.

Dans une première Note (*Comptes rendus*, 21 novembre 1904), nous avons signalé l'existence de phénomènes de recouvrement aux environs de Jaen. Nous pouvons compléter dans une certaine mesure les résultats précédemment acquis.

Stratigraphie. — Dans la région étudiée, la série stratigraphique comprend : 1° le Trias gypseux avec ophites; 2° le Jurassique avec Toarcien et Tithonique fossilifères; 3° les marno-calcaires du Crétacé inférieur et moyen avec les niveaux habituels; 4° les énormes masses de calcaires massifs, souvent oolithiques, du Crétacé supérieur; 5° le Nummulitique (Eocène moyen); 6° le Miocène (Aquitanien, Burdigalien, Helvétien); 7° le Pliocène.

Ces trois derniers étages sont respectivement transgressifs.

Tous appartiennent à des types bien connus dans la Mésogée, sauf l'Aquitanien qui présente un faciès pélagique à *Globigérines, Radiolaires* et *Diatomées* inconnu jusqu'à présent.

Tectonique. — A l'extrémité ouest de la région étudiée, à Martos, j'ai observé la coupe suivante. Allant du Nord au Sud nous rencontrons une série renversée : 1° le Miocène de la vallée qui, ici, plonge nettement au Sud sous les terrains secondaires; 2° le Vraconnien fossilifère; 3° l'Aptien à orbitolines; 4° le Néocomien à *Amm. Astieri*; 5° le Jurassique. A la Peña de Martos, celui-ci ne comprend que les calcaires blancs et cristallins du Lias, limités du côté sud de la Peña par une faille; mais un peu à l'est, à mi-chemin entre Martos et Jamilena, il admet tous les termes habituels. En outre, en ce point, il est renversé, dessinant ainsi un anticlinal couché

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 27 mars 1905, p. 839.

vers le Nord. Partout le Jurassique est recouvert par : 6° Néocomien et 7° Aptien, en succession normale et constituant le flanc supérieur de l'anticlinal couché. Dans la région que j'ai étudiée, ce système se continue par les massifs du Jabalcux et de l'Almaden. Mais je n'ai vu le pli couché se dessiner nettement qu'à Martos parce que, en général, le flanc inférieur est plus ou moins laminé.

Les importants massifs calcaires du Crétacé supérieur paraissent avoir joué un rôle tectonique différent de celui des autres terrains. Un décollement se serait produit entre eux et les marno-calcaires du Crétacé inférieur et moyen. Le Crétacé supérieur aurait dépassé la tête du pli couché et serait venu reposer sur le Miocène de la vallée, en formant des îlots complètement isolés. Un argument sérieux à l'appui de cette manière de voir me paraît être la présence de nombreux lambeaux de charriage, arrachés aux couches sous-jacentes et occupant une situation tout à fait anormale au-dessous du Crétacé supérieur.

Je citerai comme exemple la coupe de la Serrezuela de Pegalajar. De haut en bas, on observe : 5° Crétacé supérieur; 4° lambeau de Vraconnien discordant avec 5; 3° lambeau de Trias charrié; 2° Miocène à *Radiolaires* avec lentilles à *Lépidocyclines;* 1° Trias du fond de la vallée. On peut relever des coupes analogues à la Sierra de Jodar, au Monte Aznatin de Torrès, à la Peña de Jaen et à la Sierra de Jamilena.

Au Sud du pli couché que nous venons d'étudier, un peu au nord de Valdepeñas, l'Aptien du flanc supérieur bute par faille contre l'important massif jurassique de la Pandera. Au col entre l'Almaden et la Sierra Majina, au contraire, nous sommes en présence d'un pli-faille qui amène le Lias au-dessus du pli couché que nous venons d'étudier. Voici la coupe que l'on observe en ce point :

Partons de Torrès et dirigeons-nous vers l'Almaden qui domine le village au Sud-Ouest. Torrès est adossé au flanc sud du Monte Aznatin, un de ces massifs de Crétacé supérieur isolés sur le Miocène dont nous venons de parler. Le village même est bâti sur le Miocène et le Trias sous-jacent affleure dans les ravins. Le massif de l'Almaden vers lequel nous nous dirigeons est le prolongement du flanc normal de l'anticlinal jurassique Martos-Jabalcux. Du flanc renversé, il ne reste que quelques lambeaux de Jurassique qui affleurent tout près de Torrès, au Sud. Le Jurassique de l'Almaden supporte en concordance le Néocomien et l'Aptien. Au col même (1700^m) entre la Sierra Majina et l'Almaden, à quelque 100^m au-dessus du cortijo du Prado (Mata Begid), affleurent d'importantes masses de marnes

bariolées triasiques. Elles renferment de nombreux fragments de Nummulitique fossilifère pincés au milieu d'elles. Le massif de l'Almaden plonge nettement sous ces marnes qui sont surmontées par l'énorme masse calcaire de la Sierra Majina où M. Nicklès a signalé *Harpoceras* cf. *Murchisonæ*.

Nous considérons la Sierra Majina comme le prolongement vers l'Est du massif liasique de la Pandera, qui ici aurait été poussé vers le Nord sur le premier pli couché en entraînant un lambeau de Trias et de Nummulitique, et exactement de la même façon que le Crétacé supérieur a été décollé du même pli couché et poussé sur le Miocène de la vallée.

En résumé, on peut, comme première approximation, schématiser de la façon suivante la structure géologique du haut-pays aux environs de Jaen. Allant du Nord au Sud on rencontre une première zone où le Crétacé supérieur forme une nappe (voir première Note) reposant sur le Trias et le Miocène, puis une deuxième zone où les terrains secondaires dessinent un anticlinal couché vers le Nord, enfin une dernière formée par le Jurassique chevauchant en certains points sur la zone centrale. Entre la troisième zone et Grenade, les phénomènes de charriage paraissent être moins intenses que dans la région étudiée.

GÉOLOGIE. — *Contribution à la tectonique des Carpathes méridionales.* Note de M. **G.-M. Murgoci**, présentée par M. A. Lacroix.

M. Mrazec, exposant devant le Congrès géologique de Vienne les résultats de ses recherches et des miennes sur les schistes cristallins des Carpathes méridionales, a distingué une série cristallophyllienne antépermienne, divisée en deux groupes, et une série mésozoïque. Il a en même temps donné une esquisse tectonique à laquelle je me propose d'ajouter quelques faits nouveaux.

Le premier groupe paléozoïque forme presque entièrement les Carpathes méridionales. Le second groupe n'apparaît que dans les massifs du Paringu, Retezatu et Vulcanu, associé à des massifs granitiques. Le groupe mésozoïque suit le contact toujours anormal des deux premiers groupes, accompagné de nappes de serpentines et de diabases; il repose par places, par l'intermédiaire du Verrucano, soit sur les schistes, soit sur les granites du deuxième groupe et plonge sous les formations du premier groupe.

Ces relations anormales des trois groupes cristallophylliens résultent de

l'interprétation des recherches de MM. Gr. et Sabba Stefanescu, Inkey, Schafarzik, Toula, Mrazec et de nos propres travaux. Sans entrer dans le détail, il nous faut cependant signaler, pour justifier ces assertions, que le calcaire et le Verrucano d'Oslia ne reposent pas sur le premier groupe, mais sur des gneiss et amphibolites identiques à ceux de la vallée du Jiu et du Paringu, qui sont des roches éruptives du deuxième groupe.

La jonction des zones mésozoïques de Closani et Baia de Arama par la bande calcaire qui forme la crête Lasul-Sohodelu est aussi un fait très important. Il y a lieu de noter également que les lambeaux mésozoïques de Sohodelu, Tismana et Runcu reposent sur le Verrucano et le granit, ainsi que le montre l'entaille profonde de l'érosion sur leur versant sud. Enfin, il nous faut rappeler que le mésozoïque de la zone centrale, toujours plus ou moins métamorphique et accompagné de serpentines et diabases, voisine avec des lambeaux mésozoïques de faciès très différent et sans roches éruptives basiques à l'est du bassin de Hatzeg et en Roumanie à Bistrita (Valcea), Bresnitat Sovarna (Mehedinti), ainsi que dans la région Piatra Craiului-Bucegiu.

J'ai déjà indiqué la tectonique curieuse de l'extrémité nord-est de la région du deuxième groupe et indiqué le contact anormal de cette formation avec le premier groupe. Il faut ajouter que, de Ciunget à Polovraci, l'on observe un chevauchement du deuxième groupe sur le mésozoïque, semblable à celui trouvé par Inkey et suivi par moi le long de la ligne Latorita-Jietu-Cerna.

En effet, le mésozoïque de Polovraci présente trois anticlinaux dont les deux premiers (P. Polovracilor-Runcu et P. Cernazioarei-Cernadia) se réunissent en un seul au nord-est de Zavedeanu et laissent apparaître dans le synclinal de Cernadia des micaschistes du premier groupe reposant sur des grès et schistes probablement néocomiens. Le troisième anticlinal n'est visible que dans la vallée de la Cerna (Valcea) et disparaît ailleurs entièrement sous les roches du premier groupe.

A ces faits il faut encore ajouter les suivants : dans le sud-ouest, des monts du Vulcanu et le plateau de Mehedinti, j'ai pu constater les anticlinaux suivants : 1. Schela-Suseni; 2. Gornicel-Vai de Ei-Dobrita ; 3. Lesul-Tufai-Bâlta (ces trois premiers déjà reconnus par M. Mrazec); 4. Gureni-Sohodelu-Baia de Arama-Ponoare; 5. Pleasa-Piscu Brostenilor-Piscu Closanilor-Isvarna; 6. Dealu Cerbului-Baia de Arama; 7. Stersura-Piva-P. Closanilor; 8. Mandra-Recea-Vulcanu (le Mandrazug de Inkey); 9. Oslia.

Le flanc sud du deuxième anticlinal est recouvert dans la vallée de Susita

par un petit lambeau de schistes du premier groupe. De même, le flanc sud du quatrième anticlinal plonge sous la zone du premier groupe Dalboci-Negoesti. Enfin la traînée mésozoïque ondulée de la Cerna plonge en synclinal sous les micaschistes et gneiss du premier groupe.

Les plis 1, 2 et 3 disparaissent sous le tertiaire, ainsi que ceux de Polovraci, au moment où les plis 4 et 6 surgissent.

Quelques-uns de ces plis ne sont que des ondulations peu accentuées des couches mésozoïques qui forment dans l'ensemble deux grands anticlinaux : Pleasa-Closani-Camena-Orsova et Tismana-Baia de Arama-Bâlta-Varciorova, plongeant en synclinal, d'un côté, vers la Cerna et le bassin de Petroseny, de l'autre, vers la Valachie.

A l'est du Jiu et dans les monts du Vulcanu, l'érosion a enlevé presque toutes traces du mésozoïque. Le calcaire de Recea et les couches à faciès de Schela conservés dans le synclinal Plescoia-Rafaila indiquent seuls une liaison avec les formations à l'ouest du Jiu.

Dans le plateau de Mehedinti, région affaissée, d'après Mrazec, le mésozoïque est mieux conservé. Nous montrerons prochainement que l'étude de la tectonique de cette région conduit à la conception de grands charriages analogues à ceux qui ont été démontrés dans les Alpes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'origine du lactose. De l'ablation des mamelles chez les femelles en lactation.* Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 28 mars 1904) j'ai montré que, au moment de la délivrance, chez une chèvre dont les mamelles avaient été enlevées avant la fécondation, on observait une forte glucosurie consécutive à une hyperglycémie notable.

Il devenait intéressant, pour l'étude de la physiologie de la mamelle, de réaliser une expérience un peu analogue à la précédente et de procéder à l'ablation des glandes mammaires chez des femelles en pleine lactation.

Quatre chèvres et une vache ont été utilisées dans ce but. Chez ces cinq animaux les résultats ont été tout à fait semblables, très concordants, et, sans pénétrer dans leur détail, ce qui prendrait ici une grande place, voici, en résumé, ce que l'on constate :

Dans les premières heures qui suivent l'opération, les urines, qui ne réduisaient nullement avant, deviennent fortement glucosées (30g, 35g et même 45g de glucose au

litre). L'intensité de cette glucosurie est d'ailleurs proportionnelle à la valeur laitière de la femelle opérée. C'est aux environs de la quatrième ou de la cinquième heure que la glucosurie est le plus accentuée : à ce moment, existe également une importante hyperglycémie. Le taux de la glucosurie baisse rapidement et moins de 48 heures après l'ablation des glandes mammaires, quelquefois même au bout de 12 à 15 heures, les urines ont perdu tout pouvoir réducteur.

Ces résultats si intéressants reçoivent tous la même interprétation, que la netteté des modifications notées du côté de l'urine et du sang justifie amplement.

En voici, selon nous, les points principaux :

1° Le sang apporte son sucre normal, le glucose, qui est en C^6, à la glande mammaire;

2° Dans le cours régulier de la lactation, la mamelle transforme le glucose en lactose, sucre en C^{12}, qui, ensuite, est excrété en solution dans le lait;

3° Mais dans les relations expérimentales relatées ci-dessus, la glande mammaire venant tout à coup à manquer et le glucose ne rencontrant plus le tissu qui, tout à l'heure, le transformait en lactose, ce sucre s'accumulera dans le sang, d'où hyperglycémie, puis de là, passera dans l'urine, d'où glucosurie;

4° Nous avons dit que la glucosurie consécutive à l'opération baisse très rapidement [1]; nous pensons que l'explication de ce phénomène peut être cherchée dans une diminution de l'activité du foie.

Il n'est pas niable, en effet, que l'activité de la glande hépatique doive être plus grande pendant la lactation, puisque cet organe, dont un des rôles est de déverser le sucre dans le sang, devra, en outre, faire face, en vue de la sécrétion lactée, à la mise en liberté du glucose qui sera ultérieurement transformé en lactose.

Il est donc vraisemblable qu'entre le foie, organe producteur du glucose et la mamelle, organe transformateur de ce même sucre, existe une relation dont le mécanisme nous échappe et qui tout naturellement cessera quand la fonction mammaire s'éteindra. Le déversement d'un excès de glucose, destiné à devenir lactose dans le lait, n'a plus en effet sa raison d'être, puisque la glande qui doit manipuler ce sucre a disparu.

5° La détermination comme glucose du sucre rencontré dans l'urine après l'ablation des mamelles a été faite d'une façon indubitable notamment par l'obtention de sa phénylosazone caractérisée si nettement par son insolubilité dans l'eau à l'ébullition, sa forme microscopique, son point de fusion (230°-232° par fusion rapide. Procédé G. Bertrand). D'autre part, l'action de l'acide azotique sur le sucre impur que j'ai isolé n'a pas produit trace d'acide mucique, ce qui témoigne de l'absence de galactose dans ce sucre.

De ces recherches chimiques il résulte donc que le lactose ne saurait provenir, ainsi qu'on l'a prétendu, de l'union du glucose d'origine sanguine et du galactose d'origine alimentaire. Cette hypothèse aurait trouvé,

---

(1) Pareille constatation a été notée par M. de Sinéty dans des expériences analogues aux nôtres et que cet auteur n'a jamais publiées. Nous le remercions profondément pour cette Communication personnelle qu'il a bien voulu nous faire tout récemment.

dans nos expériences, une éclatante confirmation si l'urine avait contenu un mélange de glucose et de galactose; or, tel n'a pas été le cas.

Mais si le galactose, qui existe combiné au glucose dans le sucre du lait, n'a pas une origine alimentaire, s'il n'arrive pas tout préparé à la mamelle, il est cependant de toute nécessité qu'il s'en forme; il est obligatoire que la moitié du glucose destiné à devenir le sucre du lait subisse, avant de s'unir à la seconde moitié restée intacte, une modification dans sa structure stéréochimique qui en fasse la molécule-galactose du lactose futur.

Sur ce point, il serait aisé de formuler des hypothèses visant la formation du galactose, mais nous n'insisterons sur aucune d'elles, car rien ne vaut un fait bien établi, et nous tenons à laisser le choix à l'expérience qui, nous l'espérons, saura décider. Quoi qu'il en soit, il est un résultat que nous nous permettons de considérer comme acquis à la suite des expériences qui font l'objet de cette Note, c'est que la transformation du glucose en lactose, accompagnée nécessairement de la création du galactose qu'on retrouvera dans le lactose excrété, est un phénomène intramammaire.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Fixation des substances chimiques sur des cellules vivantes.* Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. d'Arsonval.

L'addition de la papaïne à des cultures du bacille subtil permet de fixer cette diastase sur les corps microbiens. Cette fixation est tellement intime qu'assez vite les eaux de lavage des produits de ces cultures retenus sur un filtre cessent d'entraîner toute parcelle diastasique, alors que ces corps microbiens continuent à fournir les réactions caractéristiques de cette diastase.

Dans ces conditions, en suivant toujours la même technique, à des lapins d'un premier groupe on inocule, par animal, 3^{cm^3} dans les veines et 4^{cm^3} sous la peau d'une culture de bacilles subtils rendus, en dehors de toute intervention de la papaïne, légèrement virulents; à des animaux d'un deuxième groupe on injecte ce même germe provenant d'une culture additionnée de 5 pour 100 de papaïne; des sujets d'un troisième groupe reçoivent simplement de semblables proportions de cette diastase.

En général, ce sont les lapins infectés par le bacille subtil seul qui, tout d'abord, maigrissent le plus; puis, dans les conditions de virulence et de toxicité où nous nous sommes placés, souvent ces lapins du premier groupe

tendent à se remettre, alors que ceux du second, imprégnés par la culture papaïnée, continuent à dépérir et succombent. Quant aux animaux soumis à l'exclusive influence de la papaïne, ils n'offrent que des accidents à peine appréciables.

La culture et la coloration des coupes montrent que les organes des lapins contaminés par les agents chargés de principe diastasique sont ceux qui contiennent le plus de bacilles; ce sont aussi ces organes qui, comparés après une égale survie à ceux des autres sujets, sont les plus altérés.

Comme chez les animaux soumis à l'action des microbes dépourvus de papaïne, on observe, dans les viscères de ces lapins du deuxième groupe, des ébauches d'hyperémie inflammatoire péri-vasculaire; en outre, uniquement chez ces lapins infectés par des bactéries papaïnées, en particulier dans le foie, à la périphérie des lobules, on décèle des zones assez nettement délimitées, dont les cellules, incapables de retenir les matières colorantes, semblent avoir subi, grâce à la papaïne fatalement mise en liberté par suite de la désagrégation des bacilles, une sorte de digestion. Impuissants à sécréter des toxines suffisantes pour agir manifestement à distance, ces bacilles interviennent à l'aide de ces poisons adhérents; autant se forment de colonies microbiennes, autant se développent de foyers pathologiques : une série de processus locaux constituent la maladie générale (1).

Ces résultats établissent en premier lieu que, si des diastases modifient des produits bactériens morbifiques (2), des diastases atténuent également les bactéries elles-mêmes; c'est cette atténuation qui a fait que, tout d'abord, l'activité des germes de notre culture additionnée de papaïne a paru plus faible. En second lieu, ces expériences prouvent que, incorporée à des cellules, cette papaïne, au moins en partie, échappe aux actions anti-diastasiques connues de la circulation sanguine, actions qui, par contre, ont dû affaiblir les attributs de cette diastase introduite isolément. En troisième lieu, ces recherches mettent en lumière une des modalités possibles de l'éducation pathogène des infiniment petits; à la faveur de ces fixations de principes analogues à ceux que produisent, par exemple, dans une caverne pulmonaire, un intestin dilaté, un utérus renfermant des débris placentaires, etc., des processus putrides ou fermentatifs (3), ces infiniment

(1) Cette démonstration expérimentale est à rapprocher de la conception d'Auclair relative à la tuberculose envisagée comme affection locale.

(2) Voir Charrin et Lefèvre, *Soc. Biol.*, 1895.

(3) Nos recherches montrent qu'on réussit avec d'autres corps, alcaloïdes, etc.

petits, jusque-là saprophytes, peuvent devenir nuisibles. Dans le cas particulier, cette transformation est d'autant plus manifeste que, soit à cause de la nature vivante ou de la grande divisibilité des supports de l'élément diastasique fixé, soit pour d'autres motifs, cet élément fait preuve d'une singulière activité [1].

Différentes séries d'expériences nous permettent, d'ailleurs, d'étendre la portée de ces remarques.

Quand, dans les cultures de divers microbes, tels que le bacille pyocyanique, on ajoute de la papaïne ou d'autres composés tant alcaloïdiques (sulfate de strychnine) que minéraux (arséniate de soude), on obtient également de solides fixations de ces corps, fixations influencées par l'état des bactéries utilisées; d'autre part, les inoculations de ces germes pourvus de principes chimiques soudés déterminent des lésions qui varient suivant les substances adhérentes à ces germes.

Dans ces conditions, le mécanisme de la maladie infectieuse se prête à l'analyse; les procédés en jeu permettent de faire intervenir tantôt les microbes seuls ou ces microbes porteurs de toxines diastasiques, tantôt ces agents munis d'éléments de l'ordre des alcaloïdes et même des matières minérales, tantôt enfin des bacilles sur lesquels on a superposé plusieurs de ces composés; par suite, il est possible de préciser le rôle de chacun de ces produits figurés ou solubles, produits variés qui, habituellement, constituent les complexes mélanges de la plupart des cultures. Or, nos analyses établissent que si, au point de vue de la genèse des altérations des processus infectieux, les diastases tiennent le premier rang, fréquemment les bactéries se servent aussi de composés nuisibles de différentes natures.

Au demeurant, de nouvelles recherches nous conduisent à penser que, par leur fréquence, leur rapidité, etc., ces fixations tissulaires d'une foule de substances chimiques intéressent la physiologie générale, normale et pathologique. C'est ainsi que des travaux poursuivis avec M. Moussu tendent à prouver que la prompte disparition d'une toxine déposée dans le sang tient, au moins partiellement, à ce que de suite elle adhère aux éléments internes de la paroi vasculaire. C'est également à la faveur de ce mécanisme que le placenta apparaît comme un important régulateur préposé, chez le fœtus, à la juste et souvent progressive répartition de matériaux utiles ou à l'arrêt de composés nocifs, arrêt facilitant des métamorphoses ultérieures aussi bien que des cessions fragmentées [2].

---

(1) Ces données sont favorables aux essais des chercheurs qui, soit pour accroître l'efficacité de produits médicamenteux ou autres, soit pour les soustraire aux modifications organiques, les font pénétrer en les incorporant à des cellules (*voir* les travaux de Stassano).

(2) Des expériences en cours montrent que le placenta retient différents principes (sucre, strychnine, matières colorantes, protéiques, etc.).

Ajoutons que, sous de multiples influences (oscillations des conditions de l'isotonie, de la pression osmotique, etc.), et sans admettre des dislocations cellulaires, les principes fixés peuvent abandonner les cellules et, devenus libres, engendrer des phénomènes dépendant de leurs attributs.

Ainsi, grâce à ces sortes d'alternatives de soudure ou de disjonction et suivant les conditions, divers produits tantôt deviennent intra ou du moins juxta-cellulaires et, par suite, latents, inaptes à manifester leurs propriétés, tantôt passent à l'état soluble, état comportant la mise en jeu de ces propriétés : la portée physiologique de pareilles données ne saurait échapper à personne.

M. **Lebon** envoie un travail d'un caractère élémentaire permettant de reconnaître rapidement si un nombre est premier à l'aide de systèmes de nombres exprimant des caractères de divisibilité.

M. **Raphael Dubois** adresse une Note *Sur les cultures minérales et les éobes.*

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 juillet 1905.

Leçons sur le froid industriel, par M. L. Marchis, professées à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux, année 1904-1905. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. autographié, in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Ostafrikanische Dekapoden und Stomatopoden, gesammelt von Herrn Prof. Dr A. Voeltzkow, bearbeitet von Prof. Dr H. Lenz, mit 2 Tafeln. (*Wissenschaftliche Ergebnisse der Reisen in Madagaskar und Ostafrika in dem Jahren* 1889-1895, von Dr A. Voeltzkow. Bd. III, p. 341-392). Franckfort-sur-le-Mein, Moritz Diesterweg, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté au nom de l'auteur par M. Alfred Grandidier.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 *juillet* 1844, publ. par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie; tome XCIX, 1re partie (nouvelle série), année 1896 : *Hydraulique; matériel de l'économie domestique.* Paris, Imprimerie nationale, 1905; 1 vol. in-8°.

Notice sur l'emploi du chlorure de magnésium contre le soulèvement de la poussière, par E. Philibert-Delair, chimiste, à Tarbes. S. l. n. d.; 1 feuille in-4°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne, 2e série, t. VI, 1re et 2e parties, 1902-1903. (La seconde partie renferme la Table alphabétique des travaux de l'ancienne Académie de Châlons et des Mémoires de la Société depuis l'origine à 1904.) Châlons-sur-Marne, C. O'Toole, 1904; 2 fasc. in-8°.

The spectroheliograph of the solar physics Observatory, by William J.-S. Lockyer. (Extr. de *Montlhy Notices of the Royal astronomical Society,* t. LXV, n° 5.) 1 fasc. in-8°.

Contribution à l'étude de la pile, par P. Harckmann. Liége, 1905; 1 fasc. in-8°.

Observaciones meteorologicas praticadas en el Observatorio astronomico nacional de Tacubaya y en algunas otras estaciones mexicanas durante el ano de 1896, publ. por M. Moreno y Anda. Mexico, 1905; 1 fasc. in-f°.

Jahrbücher der k. k. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officiel Publication; Jahrgang 1903, neue Folge, Bd. XL. Vienne, 1905; 2 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXL, Séance du 2 janvier 1905.)

Note de M. *James Lavaux,* Séparation de 3 diméthylanthracènes obtenus dans l'action du chlorure de méthylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène :

Page 45, ligne 22, *au lieu de* fondant à 289°, *lisez* bouillant à 289°.

(Tome CXL, Séance du 13 juin 1905.)

Note de MM. *Fourneau* et *Tiffeneau,* Sur quelques oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués :

Page 1597, ligne 2, *ajoutez* le paragraphe suivant qu'il faut retrancher aux lignes 4 et 5 :

A la pression ordinaire, il bout vers 258°-262° en se transformant partiellement en un composé aldéhydique.

(Tome CXL, Séance du 19 juin 1905.)

Note de M. *A. Recoura*, Sur un sulfate ferrique basique :

Page 1636, ligne 13, *au lieu de*

$$Fe^2O^3(2,57)SO^4H^3,$$

lisez

$$Fe^2O^3(2,57)SO^4H^2.$$

(Tome CXL, séance du 26 juin 1905.)

Note de M. *André Broca*, Sur le pouvoir inducteur spécifique des métaux :

Page 1679, ligne 2, formule (5), *au lieu de*

$$J_0 = \frac{2\cos\left[\frac{\pi}{4} - \gamma(\cos\varphi + i\sin\varphi)\right]}{\sqrt{2\pi\nu(\cos\varphi + i\sin\varphi)}},$$

lisez

$$J_0 = \frac{2\cos\left[\frac{\pi}{4} - \gamma(\cos\varphi + i\sin\varphi)\right]}{\sqrt{2\pi\gamma(\cos\varphi + i\sin\varphi)}}.$$

Même page, ligne 7, *au lieu de*

$$\frac{R_f}{R_c} = \operatorname{mod}\frac{\tang^2 2\varphi + \nu}{\tang^2 2\varphi + 1}\,\frac{\gamma^2}{4\sin\varphi(-\gamma\sin\varphi)},$$

lisez

$$\frac{R_f}{R_c} = \operatorname{mod}\frac{\tang^2 2\varphi + \nu}{\tang^2 2\varphi + 1}\,\frac{\gamma^2}{(\gamma - \sin\varphi)4\sin\varphi}.$$

Note de MM. *M. Piettre* et *A. Vila*, L'oxyhémoglobine de cobaye. Action des fluorures :

Page 1708, ligne 18, *au lieu de*

Conclusion. — L'oxyhémoglobine n'est sensible spectroscopiquement qu'aux fluorures en solution.

Lisez

Conclusion. — L'oxyhémoglobine n'est sensible spectroscopiquement aux fluorures que lorsqu'elle est en solution.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *P. Curie*, pour remplir, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par le décès de M. *A. Potier*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **P. Curie** prend place parmi ses Confrères.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul, pour les diverses contextures et épaisseurs de paroi possibles, de la résistance élastique qu'un tuyau sans tension longitudinale oppose au gonflement de la colonne liquide le remplissant.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. La particularité la plus délicate de la théorie des *coups de bélier* et, en général, des ondes liquides où intervient l'élasticité du tuyau contenant une colonne fluide en repos ou en mouvement, consiste dans l'hypothèse, inévitable si l'on veut aboutir, que les anneaux juxtaposés dont se compose le tuyau agissent, chacun pour son compte, sur le fluide intérieur, sans s'influencer mutuellement ([1]). Or cette hypothèse ne serait pleine-

---

([1]) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 8.

ment justifiée que pour un tuyau à fibres annulaires résistantes, mais dont les fibres *longitudinales* seraient, au contraire, *infiniment extensibles* et *compressibles*. Tel serait celui que donneraient, par exemple, la superposition et la juxtaposition, en grand nombre, d'anneaux homogènes sans largeur ni épaisseur sensibles, ou, encore, les enroulements multipliés d'un long fil élastique à spires très voisines, analogue aux trachées des végétaux, anneaux ou enroulements que relierait une sorte de parenchyme lâche, ou une toile affectée d'une double infinité de petits plis longitudinaux et transversaux. Il y a donc quelque intérêt à attribuer au tuyau, conformément, d'ailleurs, à la réalité, une contexture hétérotrope, différente suivant la longueur de ce qu'elle est dans les sens transversaux, de manière à pouvoir, du moins à la limite, le supposer, ainsi, infiniment extensible et compressible suivant sa longueur, ou composé effectivement d'anneaux contigus sans action appréciable les uns sur les autres.

Le but principal de cette Note sera, par conséquent, de trouver comment, dans un tuyau élastique homogène, mais isotrope seulement autour de ses fibres longitudinales, et à surface extérieure censée libre de toute pression, le rayon intérieur R se dilate lorsque croît la pression p exercée sur sa face concave par le fluide contigu. La relation obtenue de la sorte rattachera la pression p de ce fluide au rayon actuel de la section σ qu'il occupe et sera précisément celle que la théorie de l'élasticité doit fournir à l'Hydrodynamique, pour déterminer le problème des mouvements du fluide. L'épaisseur primitive ε du tube, différence de ses deux rayons, extérieur, R_1, et intérieur, R, à l'état naturel, sera d'ailleurs supposée avoir un rapport quelconque avec le rayon R intérieur, et non plus en être une très petite fraction, comme je l'avais admis dans ma précédente Note (à la suite de Resal et de M. Alliévi), afin d'arriver au résultat le plus simple et d'y arriver le plus rapidement possible.

II. Le tuyau ayant comme *axe d'isotropie* de sa matière son axe même, choisi pour celui des x, il y aura lieu d'adopter, pour son potentiel Φ d'élasticité, qui exprime les six forces élastiques usuelles N_x, N_y, N_z, T_x, T_y, T_z par ses six dérivées partielles premières relatives aux six déformations élémentaires bien connues ∂_x, ∂_y, ∂_z, g_x, g_y, g_z, la formule (60), à cinq coefficients d'élasticité λ, μ, ν, λ', μ', démontrée, à titre d'exercice, dans la septième de mes Leçons d'*Analyse infinitésimale pour la Mécanique et la Physique* (t. I, *Compléments*, p. 119*), savoir

$$(1)\quad \Phi = \frac{\lambda}{2}(\partial_y + \partial_z)^2 + \lambda' \partial_x(\partial_y + \partial_z) + \frac{\nu}{2}\partial_x^2 + \mu\left(\partial_y^2 + \partial_z^2 + \frac{1}{2}g_x^2\right) + \frac{\mu'}{2}(g_y^2 + g_z^2).$$

Elle donne pour les six forces N, T, en appelant θ la *dilatation superficielle* $\partial_y + \partial_z$ des sections normales à l'axe d'isotropie ou des x,

$$(2)\qquad \begin{cases} N_x = \lambda'\theta + \nu\,\partial_x, & (N_y, N_z) = \lambda\theta + \lambda'\partial_x + 2\mu(\partial_y, \partial_z), \\ T_x = \mu g_x, & (T_y, T_z) = \mu'(g_y, g_z). \end{cases}$$

On voit que les anneaux seront mutuellement indépendants, ou que la pression sur les sections normales du tuyau aura ses trois composantes N_x, T_z, T_y essentiellement nulles, à la triple condition, nécessaire et suffisante, que $\lambda' = 0$, $\mu' = 0$, $\nu = 0$; ce qui revient à réduire le potentiel Φ, ou les six forces N, T, à leurs expressions ordinaires, en λ et μ, du cas d'isotropie, mais spécifiées pour des déformations *planes*, parallèles aux yz et indépendantes de x, où l'on aurait $\partial_x = 0$, $g_z = 0$, $g_y = 0$. Quant à l'isotropie complète, on l'obtient en posant $\lambda' = \lambda$, $\mu' = \mu$, $\nu = \lambda + 2\mu$.

III. Mais ne nous bornons pas à ces deux cas; et admettons seulement la symétrie des déformations, tant par rapport aux sections normales que tout autour de l'axe des x. Cette dernière est évidente, par le fait même qu'on néglige les poids soit du liquide, soit du tuyau, ainsi que les appuis extérieurs de ce dernier, et à raison de la valeur commune attribuée à la pression intérieure p, sur tout le contour des sections normales du fluide. Quant à la symétrie des déformations du tuyau par rapport à ses propres sections normales, elle résulte, à très peu près, de la forme allongée qu'entraîne, pour les ondes, la rapidité de leur propagation. Par suite, ces sections resteront planes, normales à l'axe sensiblement *rectiligne* du tuyau et parallèles entre elles; en sorte que les fibres longitudinales, qui leur sont perpendiculaires, éprouveront, toutes, *la même* dilatation (ou contraction) ∂_x, fonction seulement, comme p, de l'abscisse x et du temps t.

Enfin, les considérations précédant la formule (1) de ma précédente Note font voir que chaque élément matériel de volume du tuyau peut être supposé, à tout instant, en équilibre, sous l'action des éléments contigus et, pour les plus voisins de l'axe, de la pression intérieure p.

IV. Cela posé, appelons, à la distance primitive r de l'axe, ∂_1, ∂_2, ∂_3 les trois dilatations linéaires *principales* de la matière du tuyau, savoir: ∂_1, la dilatation de la fibre, dr, prise suivant le prolongement du rayon r émané perpendiculairement de l'axe jusqu'au point considéré; ∂_2, celle de la fibre annulaire $2\pi r$ passant par ce point; enfin, ∂_3, la dilatation ∂_x, indépendante de r, de la fibre longitudinale émanée du même point. Si α, fonction de r, désigne le petit déplacement de celui-ci dans sa section normale, *allonge-*

ment élastique éprouvé par le rayon r, ∂_1 en sera la dérivée par rapport à r, et ∂_2, allongement relatif de la fibre circulaire $2\pi r$ devenue $2\pi(r+\alpha)$, vaudra le quotient de α par r. L'on aura donc, en observant que $\partial_1+\partial_2=\theta$,

$$(3) \qquad \partial_1=\frac{d\alpha}{dr}, \qquad \partial_2=\frac{\alpha}{r}, \qquad \theta=\frac{1}{r}\frac{d.r\alpha}{dr}, \qquad \partial_3=\text{const.};$$

et les formules (2) donneront pour les trois *pressions* (ou plutôt tractions) *principales* P_1, P_2, P_3 exercées sur les éléments plans normaux à ∂_1, ∂_2, ∂_3,

$$(4) \qquad (P_1, P_2)=\lambda\theta+\lambda'\partial_3+2\mu(\partial_1, \partial_2), \qquad P_3=\lambda'\theta+\nu\partial_3.$$

Il en résulte, notamment,

$$(5) \qquad \frac{dP_1}{dr}=\lambda\frac{d\theta}{dr}+2\mu\frac{d^2\alpha}{dr^2}, \qquad P_1-P_2=2\mu(\partial_1-\partial_2)=2\mu r\frac{d}{dr}\left(\frac{\alpha}{r}\right).$$

Or écrivons la condition d'équilibre, suivant le rayon r, d'un volume *élémentaire* (de longueur 1 dans le sens des x) compris entre les deux cylindres de rayons primitifs r, $r+dr$ et deux plans menés suivant l'axe, inclinés respectivement de $\pm\frac{\gamma}{2}$ par rapport au rayon r. Sur ses deux faces courbes γr, $\gamma(r+dr)$, les tractions exercées seront, suivant le rayon r, $-\gamma r P_1$, $\gamma(rP_1+d.rP_1)$; et leur résultante algébrique,

$$\gamma d(rP_1) \quad \text{ou} \quad \gamma r\, dP_1+\gamma P_1\, dr,$$

se trouvera équilibrée par la projection, sous l'angle $\frac{\pi}{2}-\frac{\gamma}{2}$, des deux tractions normales $P_2\, dr$ exercées sur les deux faces planes latérales dr. L'on aura donc

$$\gamma r\, dP_1+\gamma P_1\, dr=\gamma P_2\, dr,$$

c'est-à-dire, en simplifiant et utilisant finalement les formules (5), (3) ci-dessus,

$$(6) \qquad \lambda\frac{d\theta}{dr}+2\mu\frac{d}{dr}\left(\frac{d\alpha}{dr}+\frac{\alpha}{r}\right)=0 \qquad \text{ou} \qquad (\lambda+2\mu)\frac{d\theta}{dr}=0.$$

V. La dilatation superficielle θ des sections normales du tuyau est donc constante, tout comme ∂_3; et la formule (4) de P_3 montre que l'action mutuelle de deux anneaux contigus se trouve répartie uniformément sur leur base commune. Son annulation *admise* oblige donc à poser $P_3=0$; et

il vient successivement, vu (4) et (3), en appelant A une constante arbitraire,

$$\partial_3 = -\frac{\lambda'}{\nu}\theta, \qquad \alpha = \frac{\theta}{2}r + \frac{A}{r}, \qquad P_1 = \frac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{\nu}\theta - \frac{2\mu A}{r^2}.$$

La constante A se détermine par la condition que P_1 s'annule à la face externe $r = R_1$ (supposée libre) du tuyau.

Enfin, la valeur, p, de $-P_1$ pour $r = R$, c'est-à-dire à la face interne, et celle, ∂', de la dilatation ∂_2 à la même limite $r = R$, seront

$$(7) \qquad \begin{cases} p = \dfrac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{\nu} \dfrac{R_1^2 - R^2}{R^2}\theta, \\ \partial' = \dfrac{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2}{2\mu\nu}\left[1 + \dfrac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2} \dfrac{R_1^2 - R^2}{R^2}\right]\theta. \end{cases}$$

Si l'on observe que le coefficient E d'élasticité des fibres annulaires, rapport de P_2 à ∂_2 quand P_1 et P_3 sont nuls, a la valeur $4\frac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2}\mu$, ces deux relations (7) conduiront, pour le quotient de p par ∂', à la formule simple

$$(8) \qquad \frac{p}{\partial'} = E'\frac{\varepsilon}{R}, \qquad \text{où} \qquad E' = E\frac{1 + \dfrac{\varepsilon}{2R}}{1 + 4\dfrac{(\lambda+\mu)\nu - \lambda'^2}{(\lambda+2\mu)\nu - \lambda'^2}\left(1 + \dfrac{\varepsilon}{2R}\right)\dfrac{\varepsilon}{2R}}.$$

Cette formule ne diffère de celle, (1), de ma précédente Note et, par suite, la vitesse ω de propagation des ondes ne se distinguera des *célérités* obtenues par Resal et M. Alliévi, qu'en ce que le coefficient usuel E d'élasticité des fibres annulaires s'y trouve remplacé par un autre, E', non moins constant pour chaque tuyau, et dont le rapport à E, dépendant à la fois de la contexture du tuyau et du rapport même de son épaisseur ε à son diamètre 2R, tend vers l'unité quand ce dernier rapport tend vers zéro, tout en étant généralement plus petit que 1. Si l'on considère, en effet, le cas *moyen* d'une contexture isotrope (où l'on a $\lambda' = \lambda$, $\nu = \lambda + 2\mu$) et le cas extrême d'une contexture assurant l'indépendance mutuelle des anneaux (où λ', ν sont infiniment petits du même ordre), il vient aisément, en appelant K, K_1 les deux valeurs correspondantes de $\frac{E}{E'}$,

$$\left(1 + \frac{\varepsilon}{2R}\right)(K - 1) = \frac{\varepsilon}{2R}\left(\frac{2\lambda+\mu}{\lambda+\mu} + \frac{3\lambda+2\mu}{\lambda+\mu}\frac{\varepsilon}{2R}\right),$$
$$K_1 - K = \frac{\lambda}{\lambda+\mu}\frac{\lambda}{\lambda+2\mu}\frac{\varepsilon}{2R},$$

et, par conséquent, $K > 1$, $K_1 > K$. Le rapport inverse de E' à E est donc inférieur à l'unité, surtout dans le second cas.

VI. Les raisonnements précédents ne s'appliquent guère, il est vrai, à une conduite d'eau, non seulement rigide, mais enfoncée dans un terrain qui s'oppose à ses mouvements un peu étendus. Néanmoins, admettons que les ondes s'y propageant n'aient qu'une longueur restreinte, ou, si elles sont longues, que l'excès de pression dû à leur passage soit de signes variés, et nul en moyenne sur des longueurs modérées. Comme, dans chaque section, cet excès donne sur toute la paroi concave d'un anneau des efforts ayant, suivant tout axe coordonné, composante totale et moment total nuls, l'effet de ces efforts pour déformer et entraîner le tuyau ne peut être que très local, c'est-à-dire devenir insignifiant à toute distance comprenant un nombre suffisant de fois le rayon R; car il suffirait, en les transportant sur l'axe (supposé alors relié à la paroi), de les déplacer d'une quantité égale à R, négligeable par conséquent *à côté de la distance dont il s'agit,* pour les faire annihiler les uns par les autres.

Donc les déformations du tuyau ne seront appréciables, si l'onde est courte, que dans son voisinage ; elles ne tendront alors, nulle part, à produire, par leur accumulation, des déplacements sensibles. Et si, au contraire, l'onde est indéfinie, mais composée de parties de longueur restreinte, donnant lieu à des excès de pression moyennement nuls, on conçoit que les déformations d'un tronçon du tuyau dues à la totalité des parties de l'onde éloignées, seront encore négligeables, en raison de la neutralisation mutuelle, qui s'y produira, des effets d'efforts positifs et d'efforts négatifs exercés assez près les uns des autres.

Le tuyau ne tendant ainsi à éprouver que des déformations, ou *très localisées,* ou de signes contraires sur des tronçons assez voisins, il n'en résultera nulle part, comme on voit, des déplacements notables, susceptibles, par suite, d'être très gênés par la résistance du terrain ou même par celle des extrémités (si l'on en est assez loin); et l'hypothèse de l'indépendance mutuelle d'anneaux contigus à surface extérieure libre devra donner encore, par les formules (8) qu'elle entraîne, une approximation acceptable.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur quelques expériences relatives à l'activation par l'uranium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

J'ai montré autrefois (¹) que, en mélangeant avec une solution d'un sel d'uranium, par exemple, de chlorure, une petite quantité de chlorure de baryum et en précipitant ce dernier métal à l'état de sulfate, on obtenait un précipité qui pouvait être plus actif que l'uranium, mais dont l'activité disparaissait avec le temps suivant une loi exponentielle, diminuant de moitié au bout d'un temps compris entre 20 et 24 jours.

Le sel d'uranium qui reste dans la solution est moins actif qu'il ne l'était avant cette opération. Suivant la quantité relative de baryum introduite, on obtient un sulfate plus ou moins actif et un sel uranique plus ou moins affaibli. J'ai montré également que le sel affaibli reprend spontanément, avec le temps, son activité primitive; la loi de récupération est complémentaire de la loi de décroissance du produit activé.

Tout se passe donc comme si l'uranium fabriquait, d'une manière continue, un produit radioactif dont la dissolution du sel dans l'eau favorise la séparation et que le précipité entraîne avec lui. Ce produit paraît être le même que celui qui, dans d'autres expériences, a été appelé UrX par Sir W. Crookes. Il joue un rôle analogue à celui de l'émanation du thorium et du radium, avec cette différence que les émanations de ces corps sont gazeuses, tandis que l'émanation de l'uranium n'est pas volatile mais se dissout dans l'eau.

J'ai repris récemment l'étude de ce produit et je communique aujourd'hui à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus.

J'ai d'abord recherché si le sulfate de baryum entraînerait l'émanation du radium de la même manière que celle de l'uranium. 100^{cm^3} d'eau distillée ont été laissés pendant 6 jours dans un ballon de verre en communication par un tube de caoutchouc avec un petit tube contenant quelques milligrammes de chlorure de radium dissous dans une ou deux gouttes d'eau. Au bout de ce temps, on a retiré la communication : on a versé dans l'eau activée 5^{cm^3} d'une solution de chlorure de baryum saturée; puis on a préci-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, juin 1900, p. 1584; t. CXXXI, juillet 1900, p. 137; t. CXXIII, décembre 1901, p. 977; et *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XLVI, p. 288 et suivantes.

pité la baryte. L'activité du sulfate obtenu a été environ dix-huit fois celle de l'oxyde noir d'uranium. Elle disparut en quelques heures, tombant de moitié en 30 minutes. Une deuxième expérience, faite avec de l'eau activée par la même source pendant 3 jours et demi, a donné un précipité dont l'activité était moitié de celle du précipité précédent; la décroissance étudiée à des intervalles très rapprochés a été un peu moins rapide, la constante de temps variant de 39 à 32 minutes en 1 heure et demie et tendant vers la constante de temps caractéristique de l'émanation du radium. Dans les deux cas, après la précipitation du sulfate de baryum, l'eau activée était devenue inactive. Le précipité avait donc fixé l'émanation.

On pouvait alors se proposer de fixer à la fois sur le même précipité l'émanation du radium et celle de l'uranium et de voir si l'on observerait une influence de l'une sur l'autre.

Les deux phénomènes se sont comportés comme indépendants l'un de l'autre.

L'expérience a été faite avec une solution de chlorure d'uranium, dont on a fait deux parts égales; l'une des moitiés a été exposée pendant 3 jours à l'émanation du radium, l'autre a été conservée comme témoin. Puis les deux dissolutions ont été traitées de la même manière; dans chacune d'elles on a versé 5^{cm^3} d'une solution saturée de chlorure de baryum, on a précipité le sulfate de baryum en même temps dans les deux liqueurs, on les a fait bouillir le même temps et l'on a séché ensemble les deux filtres sur lesquels étaient recueillis les deux précipités.

Le précipité ayant recueilli les deux émanations, observé 80 minutes après la formation de ce précipité, avait une activité sept fois plus grande que le précipité formé dans la solution uranique non activée par le radium. Le premier perdit son excès d'activité dans la première journée, pour devenir ensuite un peu plus faible (0,905) que le second. En tenant compte de cette différence et en observant que, pendant la première journée, les précipités activés par l'uranium ont une activité à peu près constante, on reconnaît que l'excès d'activité communiquée par l'émanation du radium décroît suivant la loi connue de cette émanation, caractérisée dans l'expérience présente par une constante de temps égale à 43 minutes environ, une heure et demie après la formation du produit activé, et égale à 28 minutes une heure et demie plus tard.

La décroissance de l'activité communiquée par l'uranium a été étudiée les jours suivants simultanément sur les deux produits; elle a été pour tous les deux exactement la même, caractérisée par des constantes de temps

comprises entre 10 et 17 jours, montrant une diminution environ deux fois plus rapide que pour les produits obtenus généralement par la même méthode, sans qu'on ait reconnu la cause de cette différence. Pendant la même période d'expériences, un précipité obtenu par la méthode ordinaire et cinq fois plus actif que l'oxyde noir d'urane a été suivi pendant 18 jours et a donné la constante de temps de 21 jours conforme à celle que j'avais donnée antérieurement.

D'autres expériences ont en outre été instituées pour reconnaître si une élévation considérable de la température modifierait l'activation par l'uranium.

Deux portions égales, de $1^g,320$, d'un précipité de sulfate de baryum dans une solution de chlorure d'urane ont été comparées à un même poids d'oxyde noir d'uranium. L'une des portions a été chauffée sur une plaque de graphite, fondue et portée au rouge blanc par un chalumeau oxhydrique; l'autre a été conservée comme témoin. Après refroidissement les deux parties, dont l'une, celle qui avait été chauffée, était un peu plus active (1,15), ont montré la même loi de décroissement d'activité induite, caractérisée par la constante de temps de 23 jours.

Cette stabilité de l'émanation de l'uranium à haute température m'a conduit alors aux expériences suivantes dont le résultat est particulièrement intéressant.

Comme l'émanation répandue dans les solutions des sels d'uranium semble se fixer sur les corps très divisés, à la manière d'une teinture, j'ai pensé la fixer sur du noir de fumée, puis brûler ensuite le charbon.

On a fait bouillir dans une solution de 50^g de chlorure d'uranium quelques grammes de noir de fumée, préalablement lavé à l'éther et à l'alcool; après avoir filtré et lavé longtemps le dépôt, puis l'avoir séché, on a obtenu du noir de fumée actif, qui, sur le filtre, avait environ neuf fois moins d'activité que $1^g,320$ d'oxyde noir d'urane. On a calciné ensuite le produit dans une coupelle de platine, en dirigeant en même temps pardessus un courant d'oxygène afin de hâter la combustion totale. Dans ces conditions, tandis qu'un autre échantillon du noir de fumée employé non activé disparaît complètement, il est resté sur la coupelle, pour le produit activé, un grand nombre de très petits grains noirs dont quelques-uns, examinés à la loupe, paraissent fondus, qui constituent un poids inappréciable, mais dont l'ensemble représente une activité six fois plus grande que celle de la masse de noir de fumée avant la calcination. En huit jours ce dépôt a augmenté régulièrement d'environ une fois et demie son acti-

vité initiale et a présenté alors la même activité que $1^g,320$ d'oxyde noir d'urane.

Ces grains, qui ont subi une élévation de température inférieure à celle de la fusion du platine, contiennent un oxyde d'uranium; si l'on met dans la coupelle une goutte d'acide azotique, on voit, à la loupe, le liquide se colorer en vert autour de chaque grain qui ne semble se dissoudre que très lentement.

Une autre expérience faite avec 4^g d'un autre échantillon de noir de fumée, dans une solution de 150^g de chlorure d'uranium n'ayant pas encore servi à ces expériences, a donné un dépôt de noir de fumée dont l'activité était environ moitié de celle du poids d'oxyde noir d'urane cité plus haut. Le résidu de la calcination, plus abondant que dans l'expérience précédente, s'est montré trois fois plus actif; en le traitant par une petite quantité d'acide chlorhydrique, l'acide s'est coloré en vert; l'évaporation de cette liqueur dans une coupelle de platine a laissé un dépôt impondérable, ayant un peu plus de la moitié de l'activité du poids d'oxyde noir qui servait de comparaison ($1^g,320$). La partie non dissoute par l'acide et conservée sur le filtre a gardé une activité à peu près égale à celle de l'autre partie, activité qui ne paraît pas décroître.

Diverses autres expériences ont toujours donné des résultats du même ordre. Dans l'une d'elles faite avec une solution de chlorure d'urane ayant servi récemment à des précipitations, en lavant abondamment le dépôt de noir de fumée à l'eau chaude et à l'acide chlorhydrique, on n'a obtenu qu'un dépôt très peu actif.

Dans une autre expérience, le résidu actif obtenu par calcination a été traité par l'acide chlorhydrique; il est resté un résidu inattaqué qui a conservé plus de la moitié de l'activité initiale, tandis que l'uranium entraîné dans la solution n'a pas activé une nouvelle quantité de noir de fumée introduite dans celle-ci; cette quantité de noir de fumée inactif a été brûlée et n'a pas laissé de résidu.

Ces expériences montrent que le noir de fumée a entraîné de très petites quantités d'un corps ayant acquis une activité plusieurs milliers de fois plus grande que celle de l'oxyde noir d'urane ordinaire. L'observation ultérieure fera voir si ce produit conserve son activité, ou s'il se comporte comme d'autres produits activés dont l'activité diminue lentement avec le temps.

PATHOLOGIE. — *Sur le traitement des trypanosomiases par l'acide arsénieux et le trypanroth.* Note de M. **A. Laveran.**

Dans des Notes antérieures j'ai montré qu'on obtenait de bons résultats dans le traitement des trypanosomiases (Surra, Mbori, infections produites par *Trypanosoma gambiense*) chez le rat, chez le chien et chez le *Macacus sinicus* en associant l'acide arsénieux au trypanroth et en faisant des traitements successifs ([1]).

J'ai étendu ces essais de traitement à la Dourine; on verra, par les observations qui suivent, que deux chiens dourinés traités par la méthode que je préconise ont résisté à cette infection qui est toujours mortelle chez le chien.

Le 1er mars 1905, M. Vallée, professeur à l'École vétérinaire d'Alfort, m'envoie à l'Institut Pasteur deux chiens qui ont été inoculés de Dourine.

Chien n° 1. — Poids 15^{kg}. Inoculé de Dourine le 24 février 1905. — 15 mars, rien d'anormal. Pas de trypanosomes à l'examen du sang. — 19 mars, œdème du fourreau de la verge et des testicules; dans une goutte de sérosité recueillie au niveau du fourreau, je trouve des trypanosomes non rares. Le traitement est commencé. Acide arsénieux 16^{mg} en injection intra-veineuse. — 24 mars, l'œdème du fourreau a diminué; dans une goutte de sérosité sanguinolente prise à ce niveau je ne trouve aucun trypanosome; trypanroth 30^{cg} en injection intra-musculaire. — 26 mars, acide arsénieux 16^{mmg}. — 28 mars, l'œdème du fourreau a disparu complètement. Poids 15^{kg}. Trypanroth 30^{cg}. — 2 avril, il n'y a plus traces d'œdème; l'examen d'une goutte de sang prise au niveau du fourreau de la verge est négatif. Acide arsénieux 16^{mmg}. — 5 avril, trypanroth 30^{cg}. — 15 avril, pas d'œdèmes, état général excellent; examen du sang négatif. Un lapin est inoculé, il reçoit, dans le péritoine, 8$^{cm^3}$ du sang du chien. Du 20 avril au 10 juillet le chien examiné à différentes reprises ne présente aucun symptôme morbide. Pas d'œdèmes, état général excellent. Le poids pris les 2 et 26 juin est de 17^{kg}, en augmentation de 2^{kg} sur le poids initial. Le lapin inoculé sur le chien le 15 avril n'a présenté aucun signe d'infection.

Chien n° 2. — Poids 10^{kg}. Inoculé de Dourine le 24 février 1905. — 18 mars, œdème du fourreau et des bourses; l'œdème, très prononcé, s'étend à une grande partie de la paroi abdominale. L'examen d'une goutte de sérosité recueillie au niveau du fourreau révèle l'existence de trypanosomes non rares. Acide arsénieux 12^{mg} en injection intra-veineuse. — 20 mars, l'œdème abdominal a diminué. Trypanroth 20^{cg}. — 25 mars, l'œdème est limité au fourreau. Acide arsénieux 12^{mg}. — 27 mars, l'œdème

---

([1]) A. Laveran, *Comptes rendus,* séances des 4 juillet 1904, 30 janvier et 17 avril 1905.

du fourreau persiste. Trypanroth 20^{cg}. — 30 mars, dans une goutte de la sérosité de l'œdème du fourreau, je vois encore un trypanosome. — 1er avril, acide arsénieux 12^{mg}. — 4 avril, l'œdème du fourreau a beaucoup diminué; dans une goutte de sérosité sanguinolente recueillie à ce niveau, je ne trouve plus aucun trypanosome. Trypanroth 20^{cg}. — 11 avril, un peu d'œdème le long du fourreau; dans la sérosité de cet œdème, je vois encore un trypanosome. Acide arsénieux 12^{mg}. — 13 avril, trypanroth 20^{cg}. — 20 avril, l'œdème a disparu presque complètement et, dans le liquide sanguinolent recueilli au niveau du fourreau, on ne trouve plus de trypanosomes. Acide arsénieux 12^{mg}. — 22 avril, trypanroth 20^{cg}. — 30 avril, il n'y a plus trace d'œdème. La recherche des trypanosomes donne des résultats négatifs. Acide arsénieux, 12^{mg}. — 3 mai, trypanroth 20^{cg}. — Du 4 mai au 10 juillet, le chien ne présente aucun symptôme morbide pouvant faire admettre la persistance de la Dourine. Pas d'œdèmes. État général très bon. Poids : 10^{kg} le 2 juin, 12^{kg} le 26 juin.

Il est à noter que le chien n° 1 a guéri plus facilement que le chien n° 2, bien que les deux animaux aient été inoculés en même temps et avec le même virus. Chez le chien n° 1, trois traitements par l'acide arsénieux et le trypanroth ont suffi, alors que, chez le chien n° 2, six traitements ont été nécessaires. Ces différences individuelles ne surprendront pas, d'ailleurs, les cliniciens.

Le chien n° 2 pesant 10^{kg} a reçu, du 18 mars au 3 mai, c'est-à-dire dans l'espace de 47 jours : 72^{mg} d'acide arsénieux et $1^{g},20$ de trypanroth; ces doses ont été bien supportées.

Il n'est pas douteux qu'on puisse obtenir à l'aide du traitement mixte par l'acide arsénieux et le trypanroth des guérisons complètes, définitives, des différentes trypanosomiases. Je possède des animaux guéris depuis plus d'une année de trypanosomiases qui, chez les animaux de même espèce, non traités, ont une marche aiguë et toujours mortelle. Le sang des animaux guéris n'est plus infectieux. J'ai cité déjà le fait suivant : un rat guéri de Mbori depuis plusieurs mois est saigné à blanc, et la totalité du sang est injectée dans le péritoine d'un cobaye qui ne s'infecte pas (1).

Les animaux guéris d'une trypanosomiase à l'aide de l'acide arsénieux et du trypanroth, ou du trypanroth seul, n'ont pas l'immunité pour cette maladie, ils s'infectent quand on leur inocule à nouveau le virus, et l'évolution de la maladie est la même que chez les animaux neufs. J'avais déjà constaté le même fait chez des souris guéries de Nagana, de Surra ou de Caderas au moyen d'injections de sérum humain.

---

(1) A. Laveran, *Comptes rendus*, 30 janvier 1905.

Voici quelques exemples de réinfection d'animaux guéris de Mbori, de Surra et de la trypanosomiase produite par *Trypan. gambiense*.

1° Une souris inoculée de Mbori le 21 avril 1904 a, le 25 avril, des trypanosomes nombreux; elle guérit à la suite d'une seule injection de trypanroth. Le 18 juillet 1904 les trypanosomes ont disparu du sang depuis 82 jours; la souris considérée comme guérie est réinoculée de Mbori le 18 juillet. — 22 juillet, trypanosomes assez nombreux. — 26 juillet, trypanosomes très nombreux. — 27 juillet, mort.

2° Une souris inoculée de Mbori le 21 avril 1904 a, le 25 avril, des trypanosomes assez nombreux, elle guérit après une seule injection de trypanroth. Le 16 mai 1905, la souris qui est en très bon état est inoculée de Mbori en même temps qu'une souris neuve. — 21 mai, trypanosomes non rares. — 24 mai, trypanosomes très nombreux. — 4 juin, mort. — La souris témoin est morte le 27 mai, l'infection a donc eu chez elle une évolution un peu plus rapide que chez la souris guérie.

3° Un rat blanc inoculé de Mbori le 28 avril 1904 a, le 18 mai, des trypanosomes nombreux; il est traité par l'acide arsénieux et le trypanroth et guérit. Le 18 juillet 1904 les trypanosomes n'ont pas reparu; le rat est inoculé à nouveau de Mbori. — 22 juillet, trypanosomes rares. — 24 juillet, trypanosomes très nombreux. — 25 juillet, mort.

4° Un rat blanc inoculé de Mbori le 4 mai 1904 a, le 10 mai, des trypanosomes assez nombreux; il est traité par l'acide arsénieux et le trypanroth et guérit. Le 18 juillet 1904, les trypanosomes n'ont pas reparu, le rat est inoculé à nouveau de Mbori. — 22 juillet, trypanosomes rares. — 27 juillet, trypanosomes très nombreux. — 29 juillet, mort.

5° Une souris est inoculée de Surra (de Maurice) le 6 mai 1904, elle s'infecte et, traitée par le trypanroth, guérit. Le 21 juin 1905, la souris qui est guérie depuis une année est inoculée à nouveau de Surra (de Maurice). — 24 juin, trypanosomes très rares. — 26 juin, trypanosomes très nombreux. — 27 juin, mort.

Une souris témoin inoculée le 21 juin meurt exactement dans le même temps.

6° Une souris est inoculée de Surra (de Maurice) le 31 mai 1904, elle s'infecte et guérit à la suite de deux injections de trypanroth. Le 12 mai 1905 la souris qui est en très bon état est réinoculée avec le Surra (de Maurice). — 18 mai, trypanosomes rares. — 20 mai, trypanosomes non rares. — 22 mai, trypanosomes très nombreux, mort.

Une souris témoin inoculée le 12 mai meurt le 23 mai.

7° Un rat blanc est inoculé le 22 juin 1904 avec *Trypan. gambiense*. — 10 juillet, trypanosomes très rares. — 22 juillet, trypanosomes non rares. Le rat est traité par l'acide arsénieux et le trypanroth et guérit. Le 16 juin 1905 le rat qui est en très bon état est réinoculé avec le même virus que lors de la première inoculation. — 4 juillet, trypanosomes assez nombreux. — 10 juillet, trypanosomes très nombreux annonçant une mort prochaine.

Ces faits montrent qu'on ne peut pas fonder grand espoir en la thérapeutique pour combattre les trypanosomiases des animaux domestiques dans les régions où ces maladies sont enzootiques ou épizootiques; les ani-

maux, à peine guéris, seraient exposés à s'infecter de nouveau ([1]). C'est à prévenir ces maladies qu'il faut s'appliquer, plutôt qu'à les guérir. Les tentatives thérapeutiques conservent toute leur importance en ce qui concerne la trypanosomiase humaine surtout chez les Européens qui peuvent quitter les régions dans lesquelles cette maladie est endémique.

M. A. GRANDIDIER, présentant la carte de la Russie d'Europe au $\frac{1}{2000000}$ que vient de terminer M. le colonel Jules de Schokalsky, président de la Section cartographique de la Société Impériale Russe de Géographie, s'exprime en ces termes :

Cette carte, en 16 feuilles in-folio, est dressée suivant la projection conique de Gauss et a pour base la carte dite *Spéciale de l'État-Major* qui comprend 177 feuilles, et que M. de Schokalsky a rectifiée ou complétée à l'aide des documents récents. C'est ainsi qu'il a mis le plus grand soin à rectifier les frontières de l'Empire russe ainsi que celles des divisions administratives; pour le Nord, il a utilisé de nombreux matériaux encore pour la plupart manuscrits, notamment pour le littoral de l'Océan glacial, la presqu'île de Kola, pour la région entre la Dvina du Nord et la Petchora, pour la chaîne de l'Oural au nord d'Ekaterinbourg. Le cours de l'Obi a été complètement changé d'après les levés encore inédits de l'expédition hydrographique de l'Océan du Nord. Les îles de la mer Blanche, de la mer Noire, de la mer Caspienne, de la mer de Kara et des lacs Ladoga, Onéga et Tchoudskoïé ont été soit retouchées, soit refaites. Le Caucase a été revisé d'après la nouvelle carte à $\frac{1}{42000}$ et à $\frac{1}{84000}$. Toutes les lignes de chemins de fer ouvertes en 1904 ont été indiquées, et les stations, les principaux ports fluviaux, les bureaux de poste et de télégraphe, les postes de douanes, les bains et les eaux minérales ont été marqués d'après les données officielles qui sont disséminées dans différentes publications.

Cette carte est donc la plus complète qui ait encore paru. Commencée par le professeur Petri, qui est mort en 1902, elle a été achevée par le colonel de Schokalsky. C'est une œuvre qui fait honneur à l'Atlas Universel de A. Marcks, dont elle est la partie réellement neuve et importante.

([1]) Il y a une exception à faire pour la Dourine, des mesures efficaces contre la réinfection pouvant être prises.

S. A. S. le Prince DE MONACO fait hommage à l'Académie du fascicule XXX des *Résultats des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par* Albert Ier, Prince souverain de Monaco, publiés sous sa direction avec le concours de M. JULES RICHARD.

Ce fascicule a pour titre : *Description des Antipathaires et Cérianthaires recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco dans l'Atlantique Nord* (1886-1902), par LOUIS ROULE.

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Traitement des fractures par le mouvement;* par M. J. LUCAS-CHAMPIONNIÈRE.

Le principe du traitement des fractures, aussi ancien que la Chirurgie elle-même, est le suivant :

« Les os fracturés se réparent d'autant mieux que leurs extrémités sont mieux immobilisées. »

Les fragments inertes doivent attendre leur recollement complet dans l'absence de mouvements.

Depuis 60 ans, l'invention des appareils inamovibles a donné une forme précise à ces immobilisations de plus en plus rigoureuses.

Même, à une époque récente, la suture systématique des fragments passe pour réaliser cette immobilisation absolue dans les conditions les plus favorables.

Par des études cliniques j'ai démontré que ce principe séculaire du traitement des fractures est absolument erroné. J'ai, par des étapes successives, fondé sur un principe tout opposé une méthode nouvelle de traitement des fractures. Cette méthode, rejetée d'abord comme paradoxale, s'impose aujourd'hui peu à peu, à l'étranger comme en France.

Fondée sur des observations cliniques indiscutables, avec une expérience personnelle qui dépasse 25 années, cette méthode vient de recevoir une consécration scientifique absolue d'expérimentations et d'études histologiques de M. Cornil, ce qui m'autorise à la présenter comme définitive.

Le principe fondamental sur lequel elle repose et que j'ai démontré exact est le suivant :

L'os n'échappe pas à la loi commune à tous les éléments de l'organisme humain. Malgré sa rigidité, il a besoin du mouvement pour arriver au maximum de vitalité qui lui est nécessaire pour se réparer.

L'os rigoureusement immobilisé donne un cal médiocre à formation lente.

L'os dont les extrémités brisées subissent une certaine quantité de mouvement réglé et méthodique donne un cal plus rapidement produit et plus rapidement solide.

Quelle que soit la région où la fracture est observée, on peut constater ce phénomène qui, jusqu'ici, échappait aux chirurgiens.

Aussi, quelle que soit la région, le traitement d'une fracture doit admettre une certaine quantité de mouvement des fragments pour donner une bonne réparation.

En outre, l'immobilisation, qui n'est pas favorable à la formation du cal, est absolument funeste pour la vie et la réparation de tous les organes compromis au voisinage des os fracturés (articulations, muscles et tendons).

L'importance du mouvement est capitale pour la réparation de ces organes.

Enfin, l'immobilisation est la condition qui maintient le plus longtemps les contractures musculaires qui sont pour les membres fracturés la cause la plus grave des déformations.

Le *mouvement thérapeutique* ne saurait être un mouvement quelconque qui deviendrait, pour les sujets, plus redoutable que l'immobilité. Ce doit être un mouvement méthodique et dosé.

J'ai combiné la mobilisation méthodique des fractures avec un massage très spécial essentiellement différent des manœuvres ordinairement connues sous ce nom.

Ce massage très doux, très progressif, ne doit *jamais être douloureux*. Au contraire, il est anesthésiant. Combiné avec la mobilisation méthodique, il produit les effets suivants :

Disparition de la douleur après les fractures jusqu'ici les plus douloureuses (fractures articulaires).

Disparition des contractures. Ainsi se réduisent spontanément bon nombre de déformations contre lesquelles luttaient sans succès les appareils les plus compliqués (fractures de la clavicule, de l'olécrane, des extrémités supérieures et inférieures de l'humérus).

La résorption des liquides épanchés est d'une rapidité facile à vérifier par la marche des ecchymoses.

Les articulations mobilisées sont défendues contre l'enraidissement.

Les muscules ne s'atrophient pas.

La rapidité de la formation du cal est telle que pour bien des fractures le temps de réparation est diminué de moitié.

Enfin, l'influence de la nouvelle méthode sur la réparation définitive des membres siège de fractures est telle que certaines fractures, qui constituaient jusqu'ici des accidents d'une extrême gravité, habituellement suivis d'infirmités définitives, deviennent des lésions plutôt bénignes qui seront suivies d'une excellente guérison et d'une réparation fonctionnelle parfaite.

Telles sont les fractures de l'extrémité supérieure de l'humérus, les fractures du coude, beaucoup de fractures bimalléolaires, et d'une manière générale toutes les fractures articulaires.

Pour donner tous ces résultats, la méthode doit être appliquée d'une façon absolue et *le plus tôt possible* après le traumatisme. C'est ainsi seulement qu'elle assure la solidité rapide et évite les longues convalescences qui suivent toujours l'application des appareils inamovibles.

Ce n'est pas pour des cas exceptionnels qu'elle doit être appliquée, mais toutes les fois que le mouvement ne menace pas de produire une grande déformation définitive, c'est-à-dire dans l'immense majorité des cas de fractures.

L'énumération qui suit indique les cas qui, par centaines, ont été traités ainsi dans mon service :

Toutes les fractures des extrémités supérieures et inférieures de l'humérus; certaines fractures du corps; toutes les fractures du coude y compris les fractures de l'olécrane.

La plupart des fractures du radius.

Beaucoup de fractures des deux os de l'avant-bras.

Les fractures de tous les os de la main et du pied.

Les fractures de la clavicule.

Les fractures de l'omoplate.

Presque toutes les fractures du péroné.

Beaucoup de fractures bimalléolaires.

Les fractures du genou.

Les fractures du col du fémur.

Même pour les fractures du milieu de la diaphyse des os longs (jambe et bras), des artifices permettent d'en traiter un bon nombre.

L'importance capitale de cette méthode pour le développement général de la Chirurgie ne saurait échapper si l'on réfléchit qu'elle intéresse le quart environ des malades qui se présentent;

Qu'elle supprime rapidement la douleur pour une des lésions les plus douloureuses;

Qu'elle abrège dans une mesure considérable la durée de la réparation

pour la lésion qui paralyse pour les plus longues périodes les forces des travailleurs de tous ordres.

MÉTÉOROLOGIE. — *Emploi des fusées contre la grêle*, par M. E. **Vidal**.

Le 1er août 1904, un formidable orage qui s'était condensé sur les plus hauts sommets des Alpes Bernoises, à des altitudes dépassant 3000m, se précipitait dans l'étroite vallée au fond de laquelle coule le Rhône.

Avec une rapidité foudroyante, cet orage traversait l'extrémité nord-est du lac Léman, descendait le long de la côte nord de ce lac jusqu'à Morges, pénétrait en cet endroit dans les riches plaines du canton de Vaud, franchissait le col de la Sarraz et dépassait Yverdon pour aller enfin se perdre dans le lac de Neuchâtel.

D'après la *Feuille d'avis de Lausanne*, en date du 4 août 1904, à laquelle nous avons emprunté cette observation, toutes les communes situées sur le trajet de cet orage furent dévastées par la grêle, sauf cependant les deux petites localités de Lonay et d'Echichens, qui se trouvent complètement enclavées dans les territoires sinistrés, et qui, seules, tirèrent pour se défendre de nombreuses fusées grêlifuges.

L'Académie pourra vérifier le fait, en suivant la marche de l'orage du 1er août 1904, sur la Carte spéciale que nous en avons fait dresser, et peut-être voudra-t-elle bien trouver, dans la préservation des vergers de Lonay et d'Echichens, une preuve certaine de l'efficacité du moyen de défense que nous avons inventé.

Mais, en dehors de cette preuve que l'on nous a si souvent demandée et qui nous semble indéniable, le graphique de l'orage du 1er août nous paraît éclaircir un point de la Météorologie resté jusqu'à présent fort obscur. Ne nous montre-t-il pas, en effet, les nuages orageux comme endigués au point de ne pouvoir franchir certains obstacles naturels qu'ils rencontrent sur leur route, et ne nous renseigne-t-il pas sur la hauteur à laquelle ces nuages sont constamment restés au-dessus des champs qu'ils ont ravagés?

Dans le but de permettre à l'Académie de se rendre compte de l'exactitude des faits que nous avançons, nous avons indiqué sur la carte du canton de Vaud, au moyen de teintes de plus en plus foncées, les différences d'altitudes relevées officiellement entre les terrains bas traversés par l'orage et les montagnes qui les bordent de chaque côté.

On peut l'y suivre pas à pas et constater qu'il paraît avoir épargné tous les territoires situés à une altitude supérieure à 700m.

Tout, dans la marche de cet orage, peut donc nous servir d'enseignement, mais nous y trouvons surtout cette indication précieuse qu'il a dû constamment planer à une très faible distance du sol.

Pouvait-il en être autrement? Nous ne le pensons pas, car pour nous les orages, quelque élevés que soient leurs points de formation, dans les couches supérieures de l'atmosphère ou sur les cimes glacées des montagnes, tendent à se rapprocher d'autant plus vite du sol qu'ils sont plus chargés d'eau ou de grêle. C'est cette faible altitude des nuages orageux qui explique les succès constants que nous avons obtenus avec nos fusées et nos pétards paragrêles, que l'on peut faire tirer par le premier venu et qui éclatent dans les airs entre 400^m et 450^m; c'est aussi pour cette cause que, depuis le Congrès de Lyon, nous soutenons que le point stratégique de la défense d'une plaine s'en trouve parfois très éloigné, qu'il faut, avant tout, étudier la marche habituelle des orages, en dresser les cartes et disposer sur leur passage des postes de tir, dans le but d'éteindre leurs décharges électriques et aussi d'empêcher la pluie bienfaisante de se changer en grêle dévastatrice.

La question de la lutte contre les orages est donc avant tout d'ordre scientifique et c'est à nos savants directeurs des Observatoires officiels à nous indiquer les moyens de la pratiquer avec succès.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Calcul des probabilités, sa portée objective et ses principes*, par PAUL MANSION.

2° *Coordenadas geográficas de puntos comprendidos en la zona de la totalidad del eclipse de sol de* 30 *de agosto de* 1905, publié par la Dirección general del Instituto geográfico y estadístico de Madrid.

3° *L'invasion du criquet pèlerin en Égypte* (1904), par MAURICE BONITEAU-BEY.

4° *Emploi des fusées contre la grêle. Résultats obtenus*, par le Dr E. VIDAL.

5° *Traité général de Viticulture. Ampélographie*, publié sous la direction de P. VIALA. Secrétaire général : V. VERMOREL, Tome VI. (Présenté par M. Guignard.)

MÉCANIQUE. — *Recherche des intégrales algébriques dans le mouvement d'un corps solide pesant autour d'un point fixe.* Note de M. **Édouard Husson** présentée par M. P. Appell.

1. Les équations différentielles du mouvement d'un solide pesant, autour d'un point fixe, admettent trois intégrales premières algébriques et un dernier multiplicateur égal à l'unité. Le problème de l'intégration formelle est par suite ramené à la recherche d'une quatrième intégrale première non fonction des intégrales classiques.

Cette quatrième intégrale est connue et est algébrique dans les cas d'Euler, de Lagrange et de Mme Kowalewski.

On a eu l'espoir de généraliser le résultat remarquable de Mme Kowalewski.

Il semblait acquis, depuis quelques années, que les conditions nécessaires et suffisantes d'existence d'une quatrième intégrale algébrique sont :

$$A = B, \qquad \frac{2C}{A} = n,$$

le centre de gravité du solide étant de plus dans le plan équatorial de l'ellipsoïde d'inertie.

L'inutilité des efforts tentés pour découvrir cette intégrale m'a amené à penser que les conditions énoncées sont insuffisantes; en reprenant complètement la question j'ai réussi à le montrer rigoureusement.

2. J'ai admis, d'après un résultat obtenu depuis longtemps par M. Poincaré, que l'ellipsoïde d'inertie relatif au point de suspension est nécessairement de révolution.

La recherche des intégrales algébriques se ramène à celle des équations intégrales entières et à coefficients réels.

En ordonnant une équation intégrale entière suivant les puissances décroissantes des composantes p, q, r de la rotation instantanée, on rencontre, pour la détermination du premier terme, l'équation aux dérivées partielles correspondant aux intégrales du problème dans le cas d'Euler. L'intégration effective de cette équation conduit aux résultats suivants :

Toute équation intégrale entière et à coefficients réels est une intégrale.

Toute intégrale algébrique est une combinaison algébrique d'intégrales rationnelles entières à coefficients réels.

3. Pour rechercher les intégrales entières la méthode employée consiste, dans son esprit général, à exprimer que l'intégrale convient pour une solution particulière du système différentiel et pour toutes les solutions infiniment voisines.

En prenant comme nouvelles variables,

$$y_1 = p + qi, \quad y_2 = p - qi, \quad z_1 = \gamma + i\gamma', \quad z_2 = \gamma - i\gamma',$$

j'ai choisi comme solution particulière, soit (o),

$$y_1 = z_1 = \gamma'' = 0, \quad y_2 = y_2^0, \quad z_2 = z_2^0, \quad r = r^0.$$

Je désignerai par (I) la solution infiniment voisine de (o), par (II) la solution infiniment voisine de (I), ...

L'intégrale cherchée I étant ordonnée suivant les puissances croissantes de y_1, z_1, γ'',

$$I = f_0 + f_1 + f_2 + \ldots + f_n,$$

je désignerai par $I_0, I_1, I_2, \ldots$ les parties du développement de I limité aux approximations correspondant aux solutions (o), (I), (II), ...

$$I = I_0 + I_1 + I_2 + \ldots.$$

Les équations exprimant que I est une intégrale sont

$$(a) \qquad I_0 = \text{const.}, \quad I_1 = \text{const.}, \quad I_2 = \text{const.}, \quad \ldots$$

ou bien

$$(b) \qquad \frac{dI_0}{dt} = 0, \quad \frac{dI_1}{dt} = 0, \quad \frac{dI_2}{dt} = 0, \quad \ldots.$$

Les équations (*a*) constituent des relations algébriques liant les solutions les plus générales (o), (I), (II), ... Les équations (*b*) simplifiées constituent dans les systèmes (o), (I) seulement des équations aux dérivées partielles définissant successivement $f_0, f_1, f_2, \ldots, f_n$.

Les intégrales classiques h_1, h_2, h_3 fournissent trois intégrales H_1, H_2, H_3 des systèmes (o), (I). Ces intégrales permettent d'éliminer trois variables des équations (*b*) simplifiées en considérant H_1, H_2, H_3, soit comme des fonctions de variables, soit comme des constantes indépendantes.

En considérant H_2 et H_3 comme paramètres, nous écrirons, en général, que les équations (*a*) ou (*b*) sont satisfaites : 1° pour les valeurs nulles des paramètres; 2° pour les valeurs différentes de zéro.

Nous avons observé, de plus, que l'on peut toujours supposer que le premier terme de l'intégrale ordonnée n'est pas uniquement une fonction de H_1, H_2, H_3.

4. Pour éviter l'étude de transcendantes très compliquées, nous avons,

lorsque $\frac{C}{A}$ est irrationnel, appliqué la méthode aux équations (b). Le calcul du premier terme de l'intégrale conduit au résultat suivant :

Pour qu'il existe une intégrale algébrique non fonction des intégrales classiques, il faut que $\frac{C}{A}$ soit rationnel.

En utilisant ensuite les équations (a), on arrive aux conditions d'existence du premier terme de l'intégrale ordonnée.

Pour qu'il existe une integrale algébrique non fonction des intégrales classiques, il faut :

Soit $\frac{2C}{A} = 4$,

Soit $\frac{C}{A}$ *rationnel, le centre de gravité étant dans le plan équatorial de l'ellipsoïde d'inertie.*

Dans les deux cas, le premier terme de l'intégrale ordonnée est de la forme $F(H_1, H_2, H_3, H_4)$, H_4 *étant une nouvelle intégrale algébrique du système* (o).

5. Le premier terme de l'intégrale étant calculé sous forme fonctionnelle, les termes suivants s'expriment, en conservant deux variables, comme sommes de fonctions algébriques et de transcendantes logarithmiques.

En exprimant que les transcendantes disparaissent, le calcul du second terme conduit, dans le cas $\frac{2C}{A} = 4$, à l'impossibilité, et dans les autres cas aux conditions supplémentaires

$$\frac{2C}{A} = 1, \qquad \frac{2C}{A} = 2, \qquad \frac{2C}{A} = 3.$$

Enfin le calcul du troisième terme permet d'énoncer le résultat final :

Les conditions initiales étant arbitraires, toute intégrale algébrique est une combinaison algébrique des intégrales classiques, sauf dans les cas d'Euler, de Lagrange et de Mme Kowalewski.

MAGNÉTISME. — *Mesure de coefficients d'aimantation et étude du champ magnétique.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

L'appareil dont j'ai indiqué le fonctionnement dans une Note précédente ([1]), permet, en excitant l'une ou l'autre des deux bobines, de

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, 26 juin 1905, p. 1683.

mesurer les deux déviations α' et α'' à partir d'une position initiale quelconque occupée par le corps dans l'axe du champ. Voici un exemple des nombres obtenus de cette façon :

n position initiale.	α'.	α''.	$\alpha'+\alpha''$.
47,50.........	32,75	34,50	67,25
52,50.........	34,25	34	68,25
56,00.........	35	33,50	68,50
61,50.........	37	31,50	68,50
68............	37,50	30,50	68
79............	40,50	28	68,50
92,50.........	43	25	68
110,75.........	49,25	21	70,25
124,50.........	52	18	70
150,50.........	58,50	12	70,50
167............	62	8,25	70,25

Ce Tableau montre immédiatement la constance approximative de la somme $\alpha'+\alpha''$, bien que chacun des termes varie dans de larges limites, et cette constance nous fournit une propriété de la courbe représentative des déviations observées à partir des différents points; en nous reportant à l'interprétation donnée antérieurement des deux valeurs α' et α'', on voit que la somme des déviations est constante pour *deux positions initiales* symétriques par rapport au point médian des deux pièces polaires, dont l'une seulement est directement excitée. Cette propriété, qui est liée à la présence de l'autre pièce polaire aimantée par influence, nous servira ultérieurement pour connaître la loi de variation d'un tel champ. Elle s'interprète simplement en prenant pour origine le point médian, et, si l'on désigne par z la déviation à partir d'une position x, on aura

$$z = \frac{c}{2} + f(x),$$

c représentant la valeur de la somme constante et $f(x)$ étant une fonction impaire, de façon que l'on ait

$$f(x) = -f(-x),$$

par suite,

$$z' = \frac{c}{2} + f(x), \qquad z'' = \frac{c}{2} + f(-x)$$

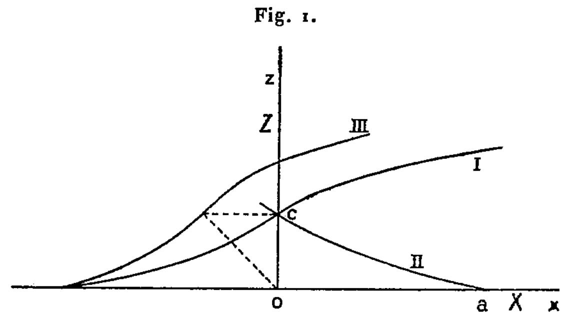
d'où

$$z' + z'' = c.$$

La courbe présentera donc un centre au point correspondant et l'on

aura une représentation graphique analogue à celle de la figure 1 (courbes I et II).

Fig. 1.



Mais ce qu'il faut connaître pour comparer l'action sur les différents corps, c'est, non pas la déviation produite à partir d'une position *initiale* donnée, mais la déviation correspondant à une position *finale* déterminée : on transforme aisément la courbe précédente en remarquant que l'ordonnée doit être portée, non pas à l'abscisse x, mais à une nouvelle abscisse représentant le point d'arrivée, c'est-à-dire égale à la première augmentée de la déviation elle-même ou de l'ordonnée; la nouvelle courbe aura donc pour équation

$$Z = z = \frac{c}{2} + f(x), \qquad X = x + z = \frac{c}{2} + x + f(x),$$

où x est un paramètre variable; mais $x + f(x)$ étant, comme $f(x)$, une fonction impaire, on peut démontrer que la courbe en question sera également pourvue d'un centre qui, cette fois, ne coïncidera pas avec le point médian. Cette courbe (courbe III de la *fig.* 1), ayant été tracée avec soin pour le corps de comparaison, on connaîtra ainsi, en chaque point du champ, une valeur proportionnelle à $km\mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x}$; lorsque ensuite on opérera sur un autre corps, il suffira d'avoir, par une seule expérience, un point de sa courbe, ce qui fera connaître de la même façon $k'm'\mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x}$ en ce point : en comparant à la valeur donnée pour l'eau en ce même point par la courbe transformée, on aura la valeur de $\frac{k'm'}{km}$ (¹). La forme particulière des pièces

(¹) Quant à la première série de déterminations faites avec le corps de comparaison, elle constitue l'étude du champ par la connaissance de $\mathrm{H}\frac{\partial \mathrm{H}}{\partial x}$; par exemple, pour le champ considéré ici, on est conduit à la relation $\mathrm{H} = \sqrt{\mathrm{A}x^2 + \mathrm{B}x + \mathrm{C}}$.

polaires est susceptible d'apporter encore de nouvelles simplifications qui peuvent ne pas se présenter, bien que les considérations précédentes gardent la même valeur.

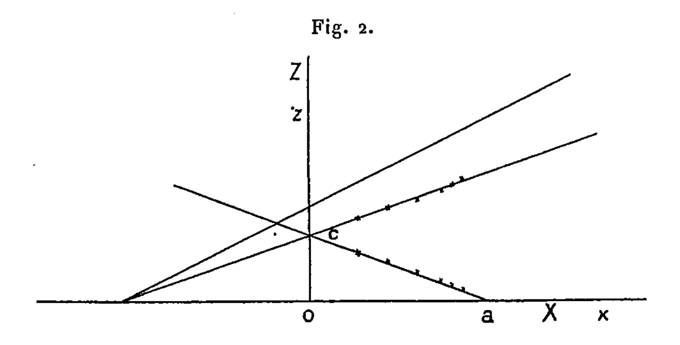
En construisant, en effet, la courbe des valeurs de z, c'est-à-dire des valeurs de α' et α'' précédemment données, on reconnaît que dans un grand intervalle cette courbe est très exactement une droite, non seulement au voisinage du point médian, mais jusqu'aux points où l'action devient nulle et même au delà de ces points; on a donc ainsi trois repères qui permettent de reconnaître facilement dans quelle région du champ se trouve le corps.

Dans cet intervalle on a, pour représenter la déviation à partir d'un point x, la relation

$$z = \frac{c}{2a}(a - x),$$

c étant la valeur de la somme constante et a l'abscisse du point où l'action est nulle, c'est-à-dire sa distance au point médian (*fig.* 2).

Fig. 2.



La transformée de cette droite fournit une nouvelle droite dont l'équation est

$$Z = \frac{c}{2a - c}(a - X),$$

c'est une droite dont les ordonnées sont relevées dans le rapport de $2a$ à $2a - c$; en particulier, son ordonnée à l'origine qui correspond à l'action exercée au point médian est égale à $\frac{ca}{2a - c}$, qui représente $kmH\frac{\partial H}{\partial x}$ en ce point.

Si maintenant on opère avec un autre corps, on aura une droite analogue qui passe évidemment par le point d'abscisse a où l'action est nulle; un seul point suffira donc pour la déterminer, ou plutôt une seule expérience fera connaître la valeur de la nouvelle somme constante c'; la force au même point, au point médian, par exemple, sera exprimée par $\frac{c'a}{2a - c'}$ et représentera $k'm'H\frac{\partial H}{\partial x}$, d'où l'on déduit

$$\frac{k'm'}{km} = \frac{c'}{c} \times \frac{2a - c}{2a - c'}$$

qui fera connaître le rapport du coefficient d'aimantation à l'aide du rapport $\frac{c'}{c}$ modifié par un terme de correction; on tiendra compte, comme d'habitude, de l'action de l'air.

Telle est la méthode que j'ai employée pour mettre en évidence de faibles différences dans les coefficients d'aimantation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une nouvelle préparation du rubidium et du cæsium.* Note de M. L. HACKSPILL, présentée par M. H. Moissan.

Dans ses recherches sur le calcium et ses composés, M. Moissan a démontré que ce métal alcalino-terreux réduisait, au rouge sombre, les chlorures de potassium et de sodium, en déplaçait le métal alcalin (1) et que ce dernier, si l'on opérait dans le vide, n'attaquait même pas le verre.

La préparation électrolytique du calcium, en quantité notable, réalisée industriellement à Bitterfeld, permet aujourd'hui d'employer, avec facilité, de grandes quantités de métal alcalino-terreux.

Nous avons repris l'étude de cette réaction en l'étendant à la décomposition des autres chlorures des métaux alcalins tels que le rubidium et le cæsium.

A cet effet, nous disposons, dans une nacelle de fer, un mélange de calcium en petits fragments et de chlorure de rubidium ou de cæsium. Ces chlorures ont été préparés avec soin, fondus à l'abri de l'air et ne contiennent pas d'humidité.

Cette nacelle est disposée dans un tube de verre dans lequel on peut faire le vide à la trompe à mercure. Ce tube a la forme d'un V très ouvert et porte un ajutage vertical soudé à la pointe du V et que l'on peut ensuite séparer par un trait de chalumeau.

Lorsque le vide est fait dans l'appareil, on chauffe légèrement la partie horizontale du tube qui contient le mélange de 12^{g} de chlorure de rubidium et de 3^{g} de calcium en tourure. Dès que la température atteint 400° à 500°, il se produit déjà un anneau métallique au delà de la nacelle et, si l'on chauffe davantage, la décomposition du chlorure ne tarde pas à se produire avec un dégagement de chaleur suffisant pour volatiliser tout le métal alcalin.

Ce dernier coule bientôt le long du tube de verre et vient se réunir dans le tube vertical. Dès que l'expérience est terminée, ce tube est scellé par un trait de chalumeau et l'on obtient ainsi, avec facilité, une dizaine de grammes de métal pur. L'expérience ne demande pas plus de 15 minutes. Cette décomposition fournit un métal aussi pur que celui que l'on obtient dans le procédé d'Erdmann et Kœthner : réduction de l'hydrate alcalin par la limaille de magnésium ou par la limaille d'aluminium (Beketoff). Elle présente l'avantage d'être plus rapide et de donner un meilleur rendement.

(1) H. MOISSAN, *Recherches sur le calcium et ses composés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVIII, 1899, p. 289).

Nous avons étendu ces recherches au chlorure de lithium; ce dernier est également réduit avec facilité par une légère élévation de température, à la condition toutefois qu'il ait été parfaitement desséché, grâce à une fusion prolongée dans un courant de gaz acide chlorhydrique sec. Mais, le lithium étant beaucoup moins volatil que le rubidium et le cæsium, nous n'avons pu obtenir jusqu'ici qu'un alliage de calcium et de lithium dont nous n'avons pu séparer le métal alcalin.

CHIMIE MINÉRALE. — *Comparaisons des propriétés, essais et classification des aciers ternaires*. Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de nos recherches sur les aciers ternaires; c'est-à-dire, les alliages de fer, de carbone et d'un autre corps; nous avons étudié successivement la micrographie et les propriétés mécaniques des aciers au nickel, au manganèse, au chrome, au tungstène, au molybdène, au silicium, au vanadium, à l'aluminium, au titane, à l'étain et au cobalt.

Si l'on se rapporte aux microstructures que nous avons rencontrées dans cette étude, on voit que tous ces aciers ternaires peuvent être ramenés à l'un des types suivants :

1° Aciers perlitiques;
2° Aciers martensitiques;
3° Aciers en fer γ;
4° Aciers à carbure;
5° Aciers à graphite.

Les propriétés d'un acier perlitique dépendent sensiblement du corps étranger introduit dans l'alliage fer-carbone : avec le nickel les propriétés sont améliorées; avec l'étain on a des produits qui ne sont pas susceptibles d'être laminés. Un acier martensitique est assurément à charge de rupture et limite élastique élevées, allongements et strictions faibles. Il est dur, difficile à travailler, on doit faire entrer dans cette classe les aciers à troostite qui ont à peu près les mêmes propriétés.

Les aciers à fer γ ont une limite élastique très basse, de magnifiques allongements et une très grande résistance au choc; généralement ils sont difficiles à travailler.

Les aciers à carbure sont ou des aciers au chrome, ou des aciers au tungstène, ou des aciers au molybdène, ou enfin des aciers au vanadium [1].

---

[1] Quand nous parlons d'aciers à carbure nous entendons par là des alliages qui présentent des grains libres de carbure toujours de teneur en carbone inférieure à 0,850.

Il est à noter que, quelles que soient les conditions de refroidissement, les grains de carbure semblent affecter des formes parfaitement distinctes suivant le métal étranger; ils affectent une forme sphérique pour les aciers au chrome; ils se présentent en filaments fins et déliés pour les aciers au tungstène et au molybdène; le carbure est en grains généralement triangulaires dans les aciers au vanadium.

Nous avons attaqué les propriétés générales de ces différents aciers, qui varient très peu avec la teneur en métal étranger. Les aciers à graphite se distinguent aisément par simple observation après polissage.

En résumé : Nos recherches sur les aciers spéciaux montrent bien que l'observation micrographique d'un acier spécial ternaire permet de tirer des conclusions extrêmement intéressantes, au point de vue de leurs emplois industriels, et même de leur composition; le seul cas de l'acier perlitique est douteux. Il est vrai que c'est le plus fréquent au point de vue industriel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfate ferrique hydraté. Transformations moléculaires.* Note de M. **A. Recoura.**

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 26 juin 1905), j'ai montré qu'une solution concentrée de sulfate ferrique, conservée dans un flacon *fermé*, se dédouble spontanément en sulfate basique solide

$$6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3, Aq$$

qui se dépose et sulfate acide (ou mélange de sulfate neutre et d'acide sulfurique) qui reste dissous; et j'ai fait voir que ce phénomène de dédoublement, qui est généralement très lent, est d'autant plus rapide que la solution est plus concentrée et peut même se produire en quelques heures pour de très grandes concentrations.

Évaporation de la dissolution de sulfate ferrique. Sulfate jaune. — Ces faits permettent d'expliquer les résultats que l'on obtient quand on évapore une solution de sulfate ferrique, dans le but de préparer le sulfate ferrique hydraté. Voici quels sont les phénomènes que l'on observe :

Si l'on abandonne à l'air libre une solution concentrée de sulfate ferrique, on voit apparaître au bout de quelques jours au fond de la liqueur un germe solide. Ce germe, une fois formé, se développe avec une extrême rapidité et, en une demi-journée, toute la liqueur se solidifie sous la forme d'une masse spongieuse, bourgeonnée, jaune safran. Cette matière solide, résultat de l'évaporation de la dissolution de sulfate ferrique, n'est pas, *au moins au début,* du sulfate ferrique. Si, en effet, alors que la matière est

encore légèrement humide, on la délaye dans de l'alcool absolu, elle se partage immédiatement en sulfate basique $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq insoluble dans l'alcool et en sulfate acide de composition variable soluble dans l'alcool. Ainsi, dans un échantillon ayant pour composition brute $Fe^2O^3, 3SO^3, 11H^2O$, le traitement par l'alcool a montré que 89 pour 100 du fer étaient à l'état de sulfate basique solide, le reste à l'état de sulfate acide Fe^2O^3, $(6,43)SO^3$.

Il est dès lors facile de comprendre ce qui s'est passé pendant l'évaporation. Quand la liqueur a atteint une plus grande concentration, le phénomène de dédoublement dont je parle plus haut s'est produit très rapidement et la liqueur a déposé du sulfate basique en abondance, qui a envahi toute la masse et qui est imprégné par ce qui reste de la dissolution, c'est-à-dire par une liqueur très acide. C'est un mélange et non pas une combinaison.

Mais, si on laisse la matière humide se dessécher à l'air sec, on constate que, lorsqu'elle a atteint la composition $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$, elle n'est plus dédoublée par l'alcool absolu. Le sulfate basique s'est donc alors combiné avec l'acide sulfurique (ou avec le sulfate acide) qui l'imprègne. Ainsi donc, *quand on abandonne une solution de sulfate ferrique à l'évaporation, la solidification se fait en deux phases. Quand la liqueur a acquis une concentration suffisante, elle dépose du sulfate basique* $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq *et elle se prend en quelques heures en une masse bourgeonnée humide qui est un mélange du sulfate basique et d'une liqueur acide; puis la liqueur acide se combine avec le sulfate basique et l'on obtient un produit solide jaune qui a pour composition* $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$. C'est du moins là la composition de l'ensemble du produit obtenu. Mais il était à prévoir d'après la façon dont ce composé a pris naissance qu'il ne doit pas être homogène. Et, en effet, si l'on analyse, non plus la totalité du produit, mais des échantillons pris en différents points de la masse, on constate qu'ils n'ont pas exactement la même composition; les uns sont un peu basiques, les autres un peu acides. Ainsi donc l'évaporation spontanée d'une dissolution de sulfate ferrique donne un sulfate hydraté jaune qui n'est pas pur.

Transformation du sulfate jaune en sulfate blanc. — Mais on peut transformer le sulfate jaune en un sulfate isomère blanc qu'on peut obtenir à l'état pur. Ayant observé que certains échantillons de sulfate jaune se transforment parfois spontanément à la longue en un produit absolument blanc, de même composition, j'ai recherché quelles sont les circonstances qui favorisent cette transformation et je suis arrivé au mode opératoire suivant. On

laisse évaporer une solution de sulfate ferrique jusqu'à siccité complète et l'on obtient ainsi le sulfate jaune impur dont je viens de parler.

On réduit la *totalité* de cette substance en poudre très fine et on la mélange de façon à avoir un produit bien homogène, qui a la composition brute $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$. On délaye rapidement cette poudre avec un peu d'eau ($12H^2O$), de façon à avoir une bouillie claire qu'on étend avec un pinceau sur une assiette en couche très mince. Au bout de 24 heures, cette couche de peinture est absolument sèche et le produit, qui était jaune safran, est devenu absolument blanc. On constate facilement que ce produit a la même composition dans toutes ses parties, $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$.

Ainsi, *sous l'influence d'une petite quantité d'eau, qui a provoqué, ainsi qu'on le verra plus loin, un dédoublement complet du sulfate jaune, les éléments du sulfate se sont recombinés à nouveau pendant l'évaporation de l'eau, et dans des conditions différentes, en donnant un sulfate blanc, homogène, qui est une variété isomère du sulfate ferrique hydraté.*

Différences de propriétés entre le sulfate jaune et le sulfate blanc. — Ces deux variétés de sulfate, qui ont la même composition, $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$, ont des propriétés très différentes. Le sulfate blanc se dissout assez lentement dans l'eau, tandis que le sulfate jaune y est soluble instantanément.

Le sulfate blanc est soluble sans dédoublement dans l'alcool à 96°. Mais le sulfate jaune est complètement dédoublé en 24 heures en sulfate basique $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$ insoluble dans l'alcool et en sulfate acide $Fe^2O^3, 4SO^3$ soluble. Ainsi donc, le sulfate jaune se comporte vis-à-vis de l'alcool à 96° comme une combinaison peu stable de sulfate basique et d'acide ferrosulfurique. Mais les deux sulfates se dissolvent sans dédoublement dans l'alcool absolu.

Si l'on délaye le sulfate jaune avec une petite quantité d'eau ($9H^2O$) et si, au bout d'un quart d'heure, on traite la pâte ainsi obtenue par un excès d'alcool absolu, on constate que le sulfate jaune a été dédoublé par l'eau en sulfate basique insoluble dans l'alcool et en sulfate acide. L'exposition du sulfate jaune à l'air humide produit le même résultat. Le sulfate blanc dans les mêmes conditions n'est pas dédoublé.

Il résulte de ces faits que le sulfate jaune et le sulfate blanc ont une constitution différente. Le sulfate jaune se comporte comme une combinaison assez peu stable de sulfate basique et de sulfate acide, et ceci correspond à son mode de formation; le sulfate blanc est beaucoup plus stable.

Mais ces différences ne persistent pas à l'état de dissolution. Une fois dissous, le sulfate blanc, le sulfate jaune, et aussi le sulfate anhydre se comportent exactement de la même façon. En particulier, les trois dissolutions ont exactement le même abaissement moléculaire de congélation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dilactide droit.* Note de MM. E. JUNGFLEISCH et M. GODCHOT.

Wislicenus, après avoir étudié l'action de la chaleur sur l'acide sarcolactique, a formulé la conclusion suivante : « Ces recherches donnent comme résultat que *l'acide lactique optiquement actif, entre* 135° *et* 150°, ..., *se change complètement en l'éther anhydride de l'acide lactique de fermentation, optiquement inactif* (*Ann. der Chem.*, t. CLXVII, p. 320) ». Les résultats de nos observations ne s'accordent pas avec ces conclusions. En variant les expériences de Wislicenus, nous avons vu que le dilactide-$(d+l)$ se forme seulement quand on prolonge pendant longtemps l'action de la chaleur, l'acide lactique-*d* se changeant peu à peu en un dérivé inactif par compensation, conformément à une règle générale énoncée par l'un de nous.

En réduisant au minimum la durée de la distillation, il est au contraire possible d'obtenir le dilactide-*d*, c'est-à-dire un composé actif.

Lorsqu'on chauffe 10g d'acide lactique-*d* sirupeux et pur (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 720) vers 70°, dans un petit appareil distillatoire vide d'air ($H = 0^m,025$), presque toute l'eau se trouve éliminée après une heure environ; on porte ensuite la température entre 150° et 155°, en maintenant la même pression, et l'on distille; la plus grande partie du produit passe rapidement et cristallise en refroidissant. On reprend par l'éther pur et sec; la liqueur concentrée fournit des cristaux très nets de dilactide-*d* qu'on sépare et qu'on purifie par recristallisation dans le même dissolvant.

En opérant ainsi, on n'obtient qu'une seule sorte de cristaux et le dilactide-$(d+l)$ n'apparaît pas. Il n'en est plus de même quand on distille un poids d'acide lactique-*d* plus considérable, l'action prolongée de la chaleur déterminant la transformation. Dans le second cas, on peut séparer le dilactide-*d* du dilactide-$(d+l)$ en fractionnant les cristallisations.

Le dilactide-*d* ainsi obtenu a donné à l'analyse et à la cryoscopie des résultats qui correspondent à la formule $C^6H^8O^4$.

M. Wyrouboff, et nous tenons à l'en remercier, a bien voulu déterminer les constantes cristallographiques du dilactide-*d* : les cristaux sont orthorhombiques et portent des facettes hémiédriques. M. Wyrouboff a déterminé aussi la forme cristalline du dilactide-$(d+l)$; celui-ci est triclinique, c'est-à-dire très différent de son isomère actif. Nous donnerons ailleurs le détail de ces déterminations dont le rapprochement présente beaucoup d'intérêt.

Le dilactide-*d* fond à 95°, c'est-à-dire à 25 degrés plus bas que le dilactide-$(d+l)$. Il distille vers 150° sous la pression $0^m,025$, soit à 25 ou 30 degrés au-dessous du dilac-

tide-$(d+l)$. Il est très hygroscopique. Il est plus soluble que son isomère dans l'éther, dans l'alcool absolu, dans la benzine et dans le choroforme.

Le pouvoir rotatoire du dilactide-*d* présente certaines particularités : le corps est lévogyre alors que l'acide générateur est dextrogyre; de plus ce pouvoir paraît singulièrement élevé si on le compare à celui de l'acide lactique-*d*. En solution benzénique et à 18°, le dilactide-*d* donne $\alpha_D = -298°$, pour une solution contenant $1^g,1665$ dans 100^{cm^3}. Cette valeur diminue un peu avec la dilution de la liqueur : $\alpha_D = -280°$, pour une solution contenant moitié moins de dilactide-*d* ($0^g,5832$); $\alpha_D = -246°$, pour une solution contenant quatre fois moins de dilactide-*d* ($0^g,2916$). En s'éthérifiant doublement, molécule à molécule, pour former le dilactide-*d*, l'acide lactique-*d* produit donc un composé à pouvoir rotatoire à peu près centuplé.

Au contact de l'eau froide, le dilactide-*d* s'hydrate et se dissout peu à peu, plus rapidement toutefois que le dilactide-$(d+l)$; la liqueur devient acide, par formation d'acide lactyllactique-*d*, une des fonctions éthérées du dilactide-*d* étant détruite par l'eau. Ce fait est établi ici plus aisément qu'avec le dilactide-$(d+l)$, sur l'hydratation duquel nous avons déjà appelé l'attention (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 504). On peut d'ailleurs montrer de diverses manières la transformation par l'eau du dilactide-*d* en acide lactyllactique-*d*, puis en acide lactique-*d*.

Quand on observe sur une solution aqueuse du dilactide-*d*, obtenue rapidement à froid, on trouve au début un pouvoir rotatoire beaucoup moindre que celui du dilactide-*d*, mais cependant considérable; même à basse température, ce pouvoir rotatoire diminue progressivement. Par exemple, $0^g,117$ de dilactide-*d*, formant avec l'eau 30^{cm^3} de solution, on a trouvé d'abord, à 13°, $\alpha_D = -192°,8$; puis, après 2 heures, $\alpha_D = -141°$; après 6 heures, $\alpha_D = -111°$; après 12 heures, $\alpha_D = -59°,8$; après 48 heures, $\alpha_D = -42°,7$; et après 72 heures, $\alpha_D = -8°$. L'acide lactyllactique-*d*, soluble et actif, produit par l'hydrolyse partielle du dilactide-*d*, s'hydrate donc peu à peu et se change en acide lactique-*d*, avec lequel il forme un équilibre en présence de l'eau.

Si l'on chauffe la liqueur à 100°, les mêmes changements s'opèrent, mais beaucoup plus rapidement.

Lorsqu'on neutralise immédiatement au carbonate de zinc la liqueur fournie par l'hydratation à froid du dilactide-*d*, on obtient, après concentration à basse température, une liqueur très chargée, présentant un pouvoir lévogyre considérable. Cette liqueur est formée surtout de lactyllactate-*d* de zinc. Nous n'avons pas réussi à obtenir à l'état cristallisé

ce sel instable, mais sa solution fournit des réactions caractéristiques. Abandonnée à froid, pendant longtemps, elle dépose peu à peu du lactate-*d* de zinc cristallisé et, simultanément, la liqueur devient de plus en plus acide, 1^{mol} d'acide lactique-*d* se formant en même temps que 1^{mol} de lactate-*d* de zinc. Si, au lieu d'abandonner à froid la solution de lactyllactate-*d* de zinc, on la chauffe, les mêmes phénomènes se produisent plus rapidement.

Ces décompositions effectuées, soit à froid, soit à chaud, sont accompagnées d'un abaissement considérable du pouvoir rotatoire; le lactyllactate-*d* de zinc, qui est très actif, produit du lactate-*d* de zinc à pouvoir lévogyre faible, et de l'acide lactique-*d* libre, à pouvoir dextrogyre plus faible encore (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 720). C'est ainsi qu'une solution qui donnait à l'origine une déviation $a_D = -7^\circ,5$, ne donnait plus, dans les mêmes conditions, mais après quelques heures de chauffage à 100°, qu'une déviation $a_D = -0^\circ,3$.

Les expériences de divers chimistes sur des corps actifs variés ont déjà établi que les éthérifications, semblables à celles qui entrent en jeu dans la formation de l'acide lactyllactique-*d* et du dilactide-*d*, élèvent le pouvoir rotatoire; mais, dans aucun cas, on n'a constaté des augmentations approchant de celles qui viennent d'être signalées. Il sera intéressant de rapprocher de ces résultats ceux fournis par l'étude de l'acide lactique-*l* et du dilactide-*l*.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation des cétoximes. Synthèse d'amines nouvelles.* Note de M. **A. Mailhe**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1691), j'ai montré que les aldoximes subissaient l'hydrogénation régulière en présence des métaux divisés, nickel et cuivre, et se transformaient en un mélange d'amines primaire, secondaire et tertiaire; celle-ci étant produite toujours en très petite quantité. Les cétoximes subissent une réduction identique avec production d'un mélange d'amines primaire et secondaire.

Acétoxime. — L'hydrogénation de l'acétoxime $CH^3.C = NOH.CH^3$, faite en présence du nickel divisé chauffé vers 150°-180°, fournit un liquide qui, après séparation de l'eau par la potasse solide, laisse par le fractionnement $\frac{1}{3}$ de produit bouillant à 32°, constitué par l'amine primaire, l'*isopropylamine;* $\frac{2}{3}$ d'un liquide bouillant à 84°,

formé par la *diisopropylamine* $\left(\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^2NH$. Enfin, au-dessus de 84°, il distille jusque vers 105° une petite quantité d'un liquide à odeur vireuse qui est vraisemblablement constitué par un mélange de l'amine secondaire et de l'amine tertiaire, la *triisopropylamine* $\left(\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^3N$.

Méthyléthylcétoxime. — La méthyléthylcétoxime $\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH = NOH$ s'hydrogène régulièrement en présence du nickel divisé chauffé entre 150°-200°. On obtient un liquide d'où on isole facilement par la distillation : 1° une amine primaire, l'*amino-2-butane* $\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH.NH^2$ bouillant à 63° sous 760^{mm}, signalée par Brühl et Mentchoutkine. Elle donne un chlorhydrate et un carbonate en fines aiguilles, tous deux déliquescents, et un chloroplatinate en aiguilles prismatiques; 2° une fraction importante (environ les $\frac{2}{3}$ du liquide recueilli), formée par l'amine secondaire, la *dimétho-1-propylamine* $\left(\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^2NH$ qui n'avait pas encore été isolée jusqu'ici. Elle constitue un liquide incolore d'odeur végétale non désagréable, très soluble dans l'eau, bouillant à 132° sous 758^{mm}; $d_0^0 = 0,7833$. Par action du gaz chlorhydrique elle fournit un chlorhydrate déliquescent. L'oxalate obtenu par action directe de l'acide oxalique fond à 104°; 3° une faible quantité d'un liquide bouillant jusqu'à 160°, d'odeur désagréable d'essence de rue, contenant sans doute une petite quantité de l'amine tertiaire $\left(\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^3N$. Cette amine étant inconnue, il m'a paru intéressant de chercher à la produire par différentes voies.

J'ai d'abord essayé de pratiquer l'hydrogénation de la méthyléthylcétoxime à une température supérieure à 200°. A 250°, l'activité du nickel est trop grande : le métal scinde l'oxime et l'on obtient du gaz ammoniac, de l'eau et du butane, sans formation appréciable d'amine.

Le cuivre, dont les effets catalytiques sont moins puissants que ceux du nickel, me laissait espérer que la scission de l'oxime n'aurait pas lieu. En effet, même à 300°, on a hydrogénation régulière de la méthyléthylcétoxime avec production d'amines primaire et secondaire; l'amine tertiaire n'a pas encore pris naissance par cette voie.

Méthylpropylcétoxime. — A 180°-200°, la méthylpropylcétoxime $\begin{matrix}CH^3\\C^3H^7\end{matrix}\!>\!C.NOH$ est transformée en présence du nickel réduit en un liquide d'où le fractionnement permet d'isoler : 4 parties d'amine primaire, l'*amino-2-pentane* $\begin{matrix}C^3H^7\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH.NH^2$ bouillant à 90°; 6 parties d'amine secondaire, la *dimétho-1-dibutylamine* $\left(\begin{matrix}C^3H^7\\CH^3\end{matrix}\!>\!CH\right)^2NH$, sans quantité appréciable de l'amine tertiaire correspondante. L'amine primaire donne, par action de l'isocyanate de phényle, la phénylmétho-1-propylurée

$$CO\!<\!\begin{matrix}NHC^6H^5\\NH.CH\!<\!\begin{matrix}CH^3\\C^3H^7\end{matrix}\end{matrix}$$

en cristaux prismatiques fondant à 120°.

L'amine secondaire, qui n'avait jamais été isolée, est un liquide d'odeur végétale, non désagréable, bouillant à 177° sous 750^{mm}, $d_0^0 = 0,7916$. Elle fournit un chlorhydrate très déliquescent et, par l'action de l'isocyanate de phényle, une phényldimétho-1-dibutylurée

$$CO\langle{}^{NH\,C^6H^5}_{N\left(CH\langle{}^{CH^3}_{C^3H^7}\right)^2}$$

qui recristallise de l'alcool chaud en aiguilles, fondant à 134°.

Dans ce cas, l'action du nickel à 250° scinde encore la molécule de méthylpropylcétoxime en gaz ammoniac, eau et carbure d'hydrogène. Le cuivre divisé conduit à la formation exclusive des amines primaire et secondaire.

On voit que l'hydrogénation directe des oximes, pratiquée à l'aide des métaux divisés, nickel et cuivre, permet d'obtenir régulièrement avec de bons rendements les amines primaires et secondaires. Or les amines secondaires provenant de la réduction des cétoximes, c'est-à-dire celles où le résidu NH est greffé sur un terme secondaire CH, sont généralement très difficiles à obtenir. Sauf la diisopropylamine, elles sont toutes inconnues. L'hydrogénation directe des cétoximes en présence du nickel ou du cuivre divisés permet, au contraire, de les atteindre aisément.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse d'une nouvelle leucine.* Note de MM. **L. Bouveault** et **René Locquin**, présentée par M. A. Haller.

M. Ehrlich a récemment extrait, des résidus du désucrage à la strontiane des mélasses du sucre de betterave, où elle se trouve mélangée à la leucine ordinaire gauche, une nouvelle leucine droite qu'il a appelée *isoleucine* (*D. ch. G.*, t. XXXVII, p. 1809).

La fermentation des jus de betterave donnant naissance non seulement à l'alcool isopropyléthylique, dont la parenté avec la leucine ordinaire est évidente, mais aussi à l'alcool méthyl-éthyl-éthylique actif, il nous a semblé que celui-ci devait se rattacher de la même manière à la nouvelle leucine, hypothèse qui nous conduisait à considérer cette dernière comme étant l'un des quatre acides *α-amino-butyl* (*secondaire*) *acétique*

$$CH^3 - CH^2 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - \underset{\displaystyle NH^2}{\underset{|}{CH}} - CO^2H.$$

(Cet acide contenant 2 atomes de carbone asymétriques doit en effet exister sous quatre formes énantiomorphes deux à deux.)

Ayant antérieurement décrit une nouvelle méthode de préparation des acides α-aminés (*Bull. Soc. chim.*, t. XXXI, 1904, p. 1176 et 1180), nous nous en sommes servis pour vérifier par la synthèse l'hypothèse que nous venons d'exposer.

Nous avons employé comme matière première l'alcool butylique secondaire que nous avons transformé en son iodure qui bout à 117°-119°. Ce dernier, réagissant sur l'acétylacétate d'éthyle sodé, le transforme en *butyl-* (secondaire) *acétylacétate d'éthyle*, liquide incolore bouillant à 111°-112° sous 19^{mm} ($D_0^4 = 0,976$) que l'hydrazine caractérise par une *pyrazolone* fusible à 158°-159° sur le bain de mercure (162 corr.).

Le sulfate de nitrosyle en solution sulfurique dédouble le butylacétylacétate d'éthyle en acide acétique et *oximidobutyl-* (*second.*) *acétate d'éthyle* ou *oxime du méthyléthyl-pyruvate d'éthyle* $C^2H^5-\underset{\displaystyle CH^3}{CH}-\underset{\displaystyle NOH}{\overset{\|}{C}}-CO^2C^2H^5$, liquide assez épais bouillant à 133°-134° sous 10^{mm} et facilement saponifiable par la potasse aqueuse. L'*acide* correspondant fond à 160°-161° (164° corr.) en se décomposant et se sublimant. Dans la préparation de cet éther oximidé il se fait, grâce aux vapeurs nitreuses, une petite quantité de *méthyléthyl-pyruvate d'éthyle* qui a été caractérisé par sa *semicarbazone* fusible à 80°-82° et par *celle de l'acide* correspondant qui, elle, fond à 206°-207° (212° corr.).

C'est l'oximidobutyl- (secondaire) acétate d'éthyle qui a été transformé en leucine. Une tentative faite avec l'amalgame de sodium nous a donné l'acide amidé attendu, mais avec de mauvais rendements. Comme les leucines sont des composés fondant mal et se prêtant difficilement aux comparaisons, nous avons cherché à en obtenir des dérivés plus caractéristiques. Nous avons ainsi préparé le *dérivé toluène parasulfonique* qui fond nettement à 139° (141° corr.) quand on le projette sur le mercure chaud.

Nous avons obtenu de meilleurs résultats en hydrogénant notre éther oximidé par l'amalgame de sodium en solution alcoolique refroidie, la neutralité de la solution étant maintenue par de continuelles additions d'alcool saturé de gaz chlorhydrique. Nous nous sommes ainsi procuré, avec un rendement d'environ 60 pour 100, l'*α-amino-butyl* (*second.*) *acétate d'éthyle*, éther éthylique de la leucine cherchée. C'est un liquide incolore d'odeur désagréable, bouillant à 90°-92° sous 15^{mm} ($D_0^4 = 0,957$).

Cet amino-éther se combine énergiquement en solution chlorhydrique avec le cyanate de potassium en donnant l'urée correspondante ou *α-uréobutyl* (*second.*) *acétate d'éthyle* qui constitue de beaux cristaux, peu solubles dans l'éther anhydre et fusibles à 81°.

La benzoylation du même amino-éther se fait intégralement par l'addition de chlorure de benzoyle à la dissolution refroidie de l'amine dans la pyridine anhydre. Le *dérivé benzoylé* obtenu est un liquide huileux bouillant sans décomposition à 213°-214° sous 19^{mm}. La potasse alcoolique saponifie le carboxéthyle de ce dérivé benzoylé

sans toucher au groupement benzoïque et l'on obtient ainsi le sel de potassium d'un nouvel homologue de l'acide hippurique, de l'*acide-α-benzoylaminobutyl* (*second.*) *acétique*. Ce dernier n'est pas déplacé par l'acide acétique et fond à 118° après avoir été pâteux dès 115°. Tel que nous l'avons obtenu il est naturellement racémique; nous nous proposons de le dédoubler en suivant les indications de M. Fischer, mais il est dès à présent intéressant de remarquer que le dérivé correspondant obtenu par M. Ehrlich à partir de son isoleucine se ramollit à 114° et fond à 116°-117°.

Nous nous attendions à obtenir dans cette synthèse deux racémiques différents à cause de l'existence des deux atomes de carbone asymétriques de la molécule; il semble ne s'en faire qu'un seul, car les nombreux dérivés cristallisés que nous avons obtenus ne se sont jamais présentés que sous une seule forme.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Caractère symétrique de la molécule.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

Nous nous proposons d'établir que, dans la molécule de la spartéine, les positions occupées par les deux atomes d'azote sont symétriques l'une par rapport à l'autre.

Nous allons, à cet effet, fixer le même réactif d'abord sur l'un des azotes d'une molécule, ensuite sur l'autre azote d'une deuxième molécule, et montrer que les deux corps obtenus sont identiques.

Avant de commencer notre démonstration, nous rappellerons que, en ce qui concerne les deux iodométhylates isomériques α et α', dont le second a été récemment découvert par nous (*Comptes rendus*, 19 juin 1905), on doit admettre, d'après nos expériences, que l'isomérie des deux corps est d'ordre stéréochimique. Nous pourrons donc, dans ce qui suit, raisonner, comme si l'autre n'existait pas, sur l'un des isomères, soit l'isomère α, qui est le plus anciennement connu et de beaucoup le plus abondant dans toutes les opérations où l'un et l'autre se forment simultanément, et que nous appellerons simplement, pour la circonstance, *iodométhylate de spartéine* ($[\alpha]_D = -22°,75$).

Désignons par A et B les deux atomes d'azote.

I. Soit l'iodométhylate de spartéine; supposons que l'iodure de méthyle soit fixé à l'azote A; il sera représenté par la formule schématique

$$\begin{matrix} CH^3 \\ I \end{matrix}\!\!>\underset{(A)}{Az}\!<\!C^{15}H^{26}\!>\!\underset{(B)}{Az}.$$

Ajoutons à ce corps, en solution dans l'eau, 1^{mol} d'acide iodhydrique; celui-ci se fixera évidemment en B, et la formule de l'iodhydrate d'iodométhylate formé sera

$$\begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

Chauffons ce dernier composé vers 230°; d'après nos expériences antérieures (*Comptes rendus*, 19 juin 1905), 1^{mol} d'iodure de méthyle s'élimine, et il reste de l'iodhydrate de spartéine, où HI est nécessairement en B

$$\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

Traitons maintenant la spartéine par les deux réactifs dans un ordre inverse, par HI d'abord, par ICH^3 ensuite. Il est tout à fait naturel d'admettre que l'acide iodhydrique, en agissant sur la base libre, attaque le même azote (le plus basique si le second l'est moins) que celui sur lequel se porte l'iodure de méthyle dans les mêmes conditions. L'expérience montre qu'il y a identité entre l'iodhydrate précédent, où HI était en B, et le nouvel iodhydrate, où HI est en A :

$$\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}\quad \text{identique à}\quad \underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

II. Sur cet iodhydrate, où HI est en A, fixons ICH^3, lequel se portera nécessairement sur l'azote libre, l'azote B; on constate que l'iodhydrate d'iodométhylate ainsi formé, où HI est en A et ICH^3 en B, est identique à l'iodhydrate d'iodométhylate précédent, où ICH^3 était en A et HI en B :

$$\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\quad \text{identique à}\quad \begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}H\\ I\end{matrix}.$$

III. Enfin, traitons cet iodhydrate d'iodométhylate (HI en A, ICH^3 en B) par les alcalis; nous enlevons HI et nous libérons l'iodométhylate où ICH^3 est en B; ce dernier se trouve identique à l'iodométhylate initial, où ICH^3 était en A :

$$\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}<\begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\quad \text{identique à}\quad \begin{matrix}CH^3\\ I\end{matrix}\!>\underset{(A)}{Az}\lessgtr C^{15}H^{26}\gtrless\underset{(B)}{Az}.$$

Il est donc indifférent d'attaquer l'un ou l'autre des deux atomes d'azote de la spartéine par le même réactif : on forme dans les deux cas le même composé. De plus, si deux réactifs différents attaquent successivement les deux azotes de la même molécule, l'ordre dans lequel on les fait agir est également indifférent : on obtient toujours le même double dérivé.

Ces faits établissent que les deux atomes d'azote sont équivalents, c'est-à-dire occupent dans la molécule des positions symétriques.

Cette conclusion est en désaccord complet avec des expériences récentes de MM. Scholtz et Pawlicki.

D'après ces savants (*Arch. de Pharm.*, 1904), si l'on fixe l'iodure d'éthyle sur l'iodo-méthylate de spartéine, on obtient un corps différent de celui qui prend naissance par l'action de l'iodure de méthyle sur l'iodoéthylate de spartéine; en d'autres termes il existerait deux iodures doubles isomériques

$$(CH^3I)\underset{(A)}{Az}C^{15}H^{26}\underset{(B)}{Az}(C^2H^5I) \quad \text{et} \quad (C^2H^5I)\underset{(A)}{Az}C^{15}H^{26}\underset{(B)}{Az}(CH^3I).$$

En répétant les expériences de MM. Scholtz et Pawlicki, nous avons reconnu que ni à 120°, température indiquée par ces auteurs, ni même à 150°, l'iodure d'éthyle ne réagit sur l'iodométhylate de spartéine; à 200°-205° une réaction se produit, mais elle est d'un tout autre ordre, et consiste dans la production d'éthylène et de diodhydrate de spartéine.

Cette réaction est facile à interpréter : la fonction basique libre de l'iodométhylate a soustrait à l'iodure d'éthyle, avec mise en liberté d'éthylène, les éléments de l'acide iodhydrique, qui se sont fixés sur l'iodométhylate; l'iodhydrate d'iodométhylate ainsi formé a perdu ensuite CH^3I, et la fonction basique devenue ainsi libre a de nouveau fixé HI aux dépens de l'iodure d'éthyle.

Nous n'avons pas étudié aussi complètement l'action de l'iodure de méthyle sur l'iodo-éthylate de spartéine; mais nous nous sommes assurés qu'à 120°, température à laquelle ces auteurs auraient observé une réaction, et même à 140°, l'iodoéthylate mis en expérience demeurait inattaqué.

L'erreur de MM. Scholtz et Pawlicki vient sans doute de ce qu'ils se sont contentés, pour caractériser les corps, de déterminer leurs points de fusion, sans s'inquiéter des pouvoirs rotatoires, dont la mesure est autrement sûre et précise.

Aussi, ayant observé que, si l'on traite la spartéine successivement par l'iodure de méthyle et l'acide iodhydrique, on obtient le même iodhydrate d'iodométhylate que si l'on fait agir les deux réactifs dans l'ordre inverse, ont-ils conclu à tort, selon nous, à une transposition moléculaire dans l'une des deux réactions, convaincus par leurs expériences sur les iodures doubles de la non symétrie de la formule de la spartéine (*loc. cit.*).

En résumé, nos expériences autorisent à formuler cette conclusion, capitale pour la constitution de la spartéine : *les deux atomes d'azote occupent dans la molécule des positions symétriques.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un sulfate chromique dont l'acide est partiellement dissimulé.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

La dissolution d'un oxyde métallique dans un acide étendu d'eau fournit par définition un sel dissous. Celui-ci, neutre, acide ou basique, suivant les proportions des corps réagissants, devrait conserver les propriétés chimiques essentielles du genre de sel obtenu, ses caractères analytiques. Or je

vais montrer que la dissolution de l'oxyde chromique dans l'acide sulfurique étendu et froid donne une variété de sulfate dans laquelle l'acide sulfurique résiste aux réactifs, tandis que jusqu'ici on n'a obtenu des corps analogues qu'en modifiant les sels ordinaires par la chaleur.

Je prépare l'oxyde chromique hydraté en précipitant à froid par l'ammoniaque l'alun de chrome violet. Cet oxyde est vert : lavé à froid, il est délayé dans une quantité insuffisante d'acide sulfurique très étendu : on filtre au bout de 36 heures après de fréquentes agitations. La dissolution, constamment verte, répond alors à la formule

$$Cr^4(SO^4)^5(OH)^2 \qquad (\text{dans } 10^{cm^3} : Cr^2O^3,\ 0^g,1355;\ SO^4Ba,\ 0^g,514).$$

Elle ne paraît pas être un mélange; car, évaporée à froid dans le vide, elle laisse un corps amorphe qui, repris par l'alcool à 90°, donne une solution qui conserve la composition initiale ($Cr^2O^3 = 0,112$; $SO^4Ba = 0,435$).

Dans ces dissolutions, l'acide sulfurique devrait être entièrement précipitable par $BaCl^2$, en vertu du mode de formation. Or 3^{mol} sulfuriques seulement sont immédiatement précipitées, tandis que les deux dernières résistent (1), de sorte que le mélange $[Cr^4(SO^4)^5(OH)^2 + 4BaCl^2]$ ne s'éclaircit qu'avec une extrême lenteur et renferme encore, quoique limpide, les éléments du sulfate de baryum, même au bout de 15 jours ou après une ébullition de quelques minutes.

La Thermochimie confirme ce résultat, car j'ai constaté que l'addition de 1^{mol} de $BaCl^2$ à 1^{mol} de pentasulfate dégage 5000^{cal}; le nombre s'élève à 15200^{cal} avec $3BaCl^2$ donnant un dépôt de 3^{mol} de SO^4Ba; mais il ne dépasse pas 15500^{cal} avec $4BaCl^2$. La quatrième molécule de chlorure de baryum n'a donc pas d'action sensible sur le pentasulfate chromique.

Il semble ainsi que l'acide sulfurique, en s'unissant à l'hydrate chromique à la température ordinaire où la polymérisation de l'oxyde ne se fait pas, produit deux états différents : l'état salin ordinaire et l'état dissimulé. A vrai dire, ce sont plutôt deux variétés d'un même état salin. Toutes deux résultent, en effet, d'une véritable combinaison, d'un échange de valences entre radicaux acides et radicaux basiques, et non pas d'une juxtaposition de corps saturés. Toutes deux se forment dans des conditions identiques et avec des énergies comparables, variant de 12^{Cal} à 16^{Cal} par molécule de SO^4H^2, d'après mes mesures. Toutes deux se détruisent par la potasse. Leur seule différence notable réside dans la lenteur avec laquelle les sels de baryum réagissent sur le sulfate dissimulé. Cette résistance n'est même pas indépendante des conditions physiques. Elle diminue rapidement quand on élève la température, même pour les sels à acide dissimulé

(1) Dans les pentasulfates obtenus à chaud, la proportion d'acide dissimulé est différente (Favre et Valson; Recoura).

obtenus à 100°. Il y a plus : à la température ordinaire, une dissolution de pentasulfate redevenue limpide en dépit du $BaCl^2$ qui n'a pas encore réagi, se trouble par concentration à froid ou par addition d'une nouvelle quantité de $BaCl^2$. De sorte que la résistance aux sels de baryum est vraiment trop inconstante pour servir de caractère à un genre de sel spécial; ce n'est qu'une propriété relative. Et, en somme, on retrouve dans cette étude tous les caractères des réactions à vitesses discontinues que j'ai signalés antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1451).

Théorie de l'état dissimulé. — La constitution des éthers ayant été déduite de celle des sels, on ne peut expliquer la différence entre la variété saline et la variété dissimulée par un rapprochement entre cette dernière et les éthers organiques. Elle ne s'explique pas davantage par la combinaison plus énergique, plus exothermique, de l'acide dissimulé; car alors cet état se trouverait surtout dans les sels alcalins, ce qui n'est pas.

A mon avis, la résistance de l'acide dissimulé aux réactifs tient surtout à la non-existence de sels correspondants. Dans le cas qui nous occupe par exemple, le chlorure obtenu par la décomposition du sulfate relève de l'oxyde chromique normal, tandis que le sulfate contient une base condensée dont la destruction est nécessaire pour former le chlorure. Formulons le phénomène : supposons pour simplifier (mais ce n'est pas indispensable), que l'oxyde chromique normal soit simplement $Cr(OH)^3$. L'oxyde vert condensé sera $O\begin{cases}Cr(OH)^2\\Cr(OH)^2\end{cases}$. Notre pentasulfate qui contient Cr^4 renferme deux de ces molécules condensées unies par un radical SO^4.

Ce sulfate : $\left[\begin{array}{ccccc} SO^4H{-}Cr & & & & Cr{-}SO^4H \\ \diagup & \rangle SO^4 & & SO^4\langle & \diagdown \\ O{-}Cr & {-\!-\!-} & SO^4 & {-\!-\!-} & Cr{-}O \end{array}\right]$, sous l'action de $BaCl^2$, laissera remplacer ses trois radicaux SO^4 par trois Cl^2 et fournira 2^{mol} de chlorosulfate $\begin{array}{l} Cl.\ Cr{-}SO^4H \\ \quad\diagdown \\ Cl^2.Cr{-}O \end{array}$ dérivées de l'oxyde condensé. Mais l'action de $BaCl^2$ sur ce chlorosulfate n'est possible qu'à la condition de détruire l'oxyde condensé pour obtenir $CrCl^3 + Cr(OH)Cl^2$, et c'est ce travail de destruction qui, s'opposant à l'action du chlorure de baryum, fait varier la vitesse de décomposition.

Si cette hypothèse est plausible, on devra constater ces dédoublements successifs par la cryoscopie; de plus, le mélange final, formé de corps normaux $CrCl^3 + Cr.OH.Cl^2$, ne contiendra pas de chlore dissimulé.

Ces deux conséquences sont vérifiées de point en point par l'expérience. Ainsi une solution de notre pentasulfate à $0^{mol},1$ par litre abaisse le point de congélation de $0°,58$. L'addition de 3 $BaCl^2$, doublant le volume, donne un abaissement de $0°,70$ et correspond à un dédoublement complexe mais non douteux. La précipitation totale de SO^4 donne un abaissement de $1°,15$ (soit $2 \times 0,58$) dans un volume double du volume primitif, soit 4^{mol} chlorées pour 1^{mol} de pentasulfate. Quant aux chlorures issus de la transformation totale, ils précipitent immédiatement et totalement par l'azotate d'argent avec un dégagement de chaleur qui s'éloigne peu de 14^{Cal} du premier au dernier atome de chlore précipité.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Les figures de pression ou de percussion sur les métaux plastiques cristallisés.* Note de MM. F. **Osmond** et G. **Cartaud**, présentée par M. H. Moissan.

Si l'on appuie une pointe fine contre la surface, préalablement polie et débarrassée de toute trace de peau écrouie, d'un métal plastique cristallisé en grains suffisamment gros, on obtient des figures intéressantes.

Comme la pression statique et la percussion donnent les mêmes résultats, la première, qu'il est plus facile de régler, doit être employée de préférence. On se sert d'une aiguille à coudre bien trempée dont on peut au besoin réaffuter la pointe. Cette aiguille est montée sur un levier articulé ; on la pose avec précautions contre la surface à étudier, normalement, et l'on charge l'extrémité du levier de poids connus variant suivant la dureté du métal.

Les empreintes sont examinées au microscope en lumière verticale. Elles sont constituées par des groupements de lignes, courbes sur le fer, généralement droites sur les autres métaux plastiques du système cubique qui possèdent, comme l'a montré Mügge, des plans dits *de translation*.

Nous avons commencé nos études détaillées par celle du fer que nous possédions en cristaux de dimensions convenables pour la taille.

Sur la face p du cube, on a, autour de l'empreinte de la pointe comme centre, une croix dont les branches, parallèles aux diagonales du carré, sont formées de plissements s'enveloppant les uns les autres. La figure a quatre axes de symétrie respectivement parallèles aux côtés et aux diagonales de la face du cube.

Sur troncature b^1, on obtient encore une croix, mais dont les branches ne sont plus rectangulaires. Les angles aigus sont tournés vers les intersections de la troncature avec la face p qui lui est perpendiculaire et les bras qui sont les côtés de ces angles tendent à se souder par des enveloppes communes. Il n'y a plus que deux axes de symétrie.

Sur troncature b^2, la figure est analogue, mais deux des bras de la croix sont moins développés que les autres. Les axes de symétrie se réduisent à un seul.

Sur troncature a^1, la figure est complexe et délicate. Elle comporte trois axes de symétrie respectivement parallèles aux trois hauteurs du triangle équilatéral. Sur chacun des axes, on peut trouver : 1° entre le point d'impact et l'angle de la troncature auquel aboutit la hauteur considérée, des lignes à peu près droites et parallèles à la base opposée; 2° entre cette base et le point d'impact, des lignes conjuguées se détachent de l'axe, comme des branches, et ont d'abord l'apparence de spirales qui, prolongées, se recourbent en s'enveloppant contre les deux axes de symétrie adjacents. Les prolongements de deux systèmes peuvent aussi se souder après inflexion. Du reste, la figure n'est jamais complète sur une empreinte isolée : certaines parties manquent, que l'on trouve sur d'autres empreintes de la même face.

Sur troncature a^2, il ne reste qu'un axe de symétrie, perpendiculaire à la base du triangle isoscèle. La figure représente assez bien un papillon dont les ailes sont normales à l'axe; le corps, parallèle à cet axe, est strié de lignes parallèles à la base du triangle et, de l'autre côté de l'impact, c'est-à-dire vers cette base, se détachent de grandes antennes qui vont rejoindre les ailes.

Sur troncature $a^{\frac{1}{2}}$, on n'a également qu'un seul axe de symétrie, encore perpendiculaire à la base du triangle isoscèle. La figure est formée de deux nappes à peu près circulaires : celle qui est placée à l'opposé de la base par rapport à l'impact est de beaucoup plus grande et plus nette que l'autre.

En résumé, les figures de pression sont caractéristiques, avec une certaine approximation, de l'orientation cristallographique d'une coupe donnée, au même titre que les figures de corrosion, et dépendent comme elles de la symétrie du cristal et de sa structure intime.

Elles peuvent donc être la base d'une nouvelle méthode générale d'investigation permettant d'aborder les problèmes suivants :

1° Différencier par certaines particularités spécifiques deux corps cristallisant dans le même système.

2° Orienter cristallographiquement une coupe de direction inconnue. Cette donnée peut être d'une utilité pratique, la fragilité du fer et des aciers doux étant liée à la position des clivages du cube et les recherches de Stead ayant prouvé que le laminage peut exercer, dans certaines conditions restées complètement obscures, une influence sur l'orientation cristallographique des grains.

3° Obtenir une mesure de l'écrouissage. Toutes choses égales d'ailleurs, les figures sont plus petites sur métal écroui que sur métal recuit.

4° Obtenir des renseignements sur les processus de la déformation des cristaux plastiques. Si, par exemple, on plie à bloc autour d'un axe quaternaire une bande de 3mm de largeur, découpée dans un cristal de fer, et

que, après avoir limé et poli la surface déformée parallèlement à une face p, on pratique une série d'empreintes à l'aiguille sous charge constante, on trouve que la croix persiste partout, mais qu'elle pivote dans l'espace en fonction de l'angle de pliage. Sur la coupe, parallèle à une face p primitive, d'une barrette de traction dont l'axe est parallèle à un axe quaternaire, on voit la croix s'atrophier au fur et à mesure que la contraction augmente et les branches disparaissent presque complètement au voisinage de la section de rupture. Il semble donc qu'une déformation poussée suffisamment loin détruise la structure cristalline du fer.

Ces recherches sont poursuivies.

ANTHROPOLOGIE. — *Ethnogénie des Dravidiens : Predravidien de type nègre et Protodravidien de type blanc*. Note de M. **L. Lapicque**, présentée par M. Edmond Perrier.

Si l'on considère le spécimen ordinaire des cinquante millions d'hommes qui peuplent l'Hindoustan au sud du 20e parallèle et parlent un idiome dravidien, on trouve un type qui par certains caractères rappelle le nègre, et par d'autres le blanc. C'est ce type qu'on a généralement considéré comme représentatif d'une race dravidienne. Haeckel en a même fait une espèce, *Homo Dravida*.

Au milieu de cette population, mais enkystés pour ainsi dire dans les jungles qui couvrent le flanc des montagnes, vivent en tribus éparses quelques milliers d'individus plus négroïdes. En étudiant la variation des caractères anthropologiques dans les *castes*, c'est-à-dire dans un système hiérarchique de groupes sociaux donnant lieu à une ségrégation imparfaite, on observe une gradation régulière des Dravidiens civilisés de la plaine aux sauvages de la montagne ([1]).

La prétendue race dravidienne apparaît ainsi comme le résultat d'un métissage : dans la série que j'ai étudiée, à un bout se trouvent les *Nayer*, presque blancs, à l'autre les *Panyer*, presque nègres : mais ces deux groupes ethniques extrêmes sont eux-mêmes métissés; par extrapolation on peut reconstituer à peu de chose près les types primitifs.

La reconstitution complète de ces types ne m'est pas encore possible, mon étude, faite surtout en vue de reconnaître l'existence même de la gra-

([1]) Voir *Comptes rendus*, 5 et 19 juin 1905.

dation, n'ayant porté que sur un petit nombre de caractères; mais les documents que j'ai recueillis permettent déjà de fixer les traits distinctifs de ces types et d'en indiquer les affinités.

Il y a un type nègre qui peut être défini tel, parce qu'il avait la peau noire, le nez large et plat, la bouche épaisse, les cheveux crépus.

Ce dernier caractère est généralement nié, même par ceux qui considèrent l'élément dravidien comme essentiellement platyrhinien (Risley). En effet, les cheveux sont le plus souvent lisses, même dans des castes où l'aspect négroïde est déjà prédominant; chez les Panyer les cheveux sont généralement frisés sans plus. Des mulâtres de nègre africain présenteraient, pour des traits du visage également négritiques, une forte proportion de chevelures incontestablement crépues. Voici les faits sur lesquels je me fonde pour affirmer les cheveux crépus du type primitif aujourd'hui introuvable dans la Péninsule.

1° Le caractère de la chevelure se modifie graduellement dans ce sens avec les autres caractères négroïdes : les castes serviles de la plaine ayant les cheveux généralement lisses ou ondulés, les Malasser sont frisés huit fois sur dix.

2° Dans un voyage précédent aux îles Andaman, j'ai observé une femme Négrito pure dont les cheveux étaient, comme tous ceux de sa race, crépus à l'extrême (diamètre moyen des spires : 2^{mm}); d'un père inconnu, probablement Hindou, elle avait deux enfants, une petite fille (4 ans), dont les cheveux fins, soyeux, étaient à peine ondulés, et un petit garçon (18 mois) dont les cheveux frisés (diamètre des boucles : 15^{mm}) ressemblaient plus à des cheveux frisés d'Européen qu'à des cheveux de mulâtre.

Enfin, on a noté (Montono), aux Philippines, et j'ai noté moi-même dans la Péninsule malaise que les métis de Négritos incontestables ont généralement des cheveux ondulés.

J'en conclus que le caractère du cheveu négrito n'est pas aussi marqué dans la descendance en cas de croisement que pour le cheveu du nègre africain. C'est un caractère qu'on peut appeler *récessif,* bien qu'il ne s'agisse pas d'un vrai caractère mendélien. Si donc l'on admet, comme j'y suis conduit pour diverses autres raisons, à rapprocher le nègre indien primitif du Négrito, il est facile de comprendre que les métis n'aient pas les cheveux vraiment crépus, même quand le sang noir est prédominant.

Par les caractères que nous venons d'indiquer le type en question rentre dans le type nègre général, mais il est petit, il n'est pas prognathe. Ces deux caractères le séparent des nègres africains et océaniens et le rapprochent du sous-type négrito. De celui-ci il ne diffère que par un caractère, mais très net, il est dolichocéphale.

Le nègre primitif de l'Inde était donc un nègre particulier dont la place dans la classification anthropologique soulève des questions intéressantes.

Le type qui s'indique chez les *Nayer* apparaît comme clair de peau, leptorhinien, avec des cheveux lisses sans raideur (euplocame) : c'est donc un blanc. Il est grand, très dolichocéphale, avec un système pileux du corps et du visage très développé. Ce type, avec tous ses caractères géné-

raux et particuliers, je le reconnus à l'état pur lorsque, à la fin de mon voyage, je visitai les Todas des Nilghivris.

Les Todas ont beaucoup attiré l'attention depuis trois quarts de siècle; le plateau élevé qui constitue leur gisement étant devenu le grand sanatorium de l'Inde, un grand nombre d'Européens ont eu l'occasion de les voir et ont signalé avec étonnement leur beau type « caucasique » ou « sémitique ». Ils tranchent, en effet, sur le Dravidien ordinaire, encore plus sur les populations noires du Waïnaad, telles que les Panyer, qui sont leurs voisins sur la carte, mais avec une dénivellation de 1000m ou davantage. Voici côte à côte les moyennes de ces deux groupes au point de vue des trois mesures que j'ai prises :

	Indice nasal.	Indice céphalique.	Taille.
54 Panyer...........	84	74	154
33 Todas............	68	72,7	169

Ces mesures des Todas feraient au contraire une suite naturelle à la série des castes du Malabar, que j'ai donnée dans une Note antérieure, et prendraient place immédiatement après celles des Nayer.

Dans la série des groupes que j'ai étudiés s'indique, en outre, un troisième type, leptorhinien et tendant à la brachycéphalie, il faut le considérer comme adventice, relativement récent. Entre Bombay et Madras, Risley a relevé une zone continue de mésaticéphales qu'il appelle *Scytho-Dravidiens*. Plus au sud, j'ai pu noter que le crâne d'indice élevé se propage avec les castes brahmaniques qui précisément ne sont point réellement dravidiennes. Les *Vellalas* de Coïmbatour on été influencés de cette manière; à Madras, Thurston a trouvé pour cette même caste un indice moyen de 74,1.

Il nous reste donc deux races fondamentales; voici comment je me représente la relation de ces races entre elles et la dénomination qu'il convient de leur appliquer.

Les Vellalas et les Nayer sont, d'après la discussion approfondie faite par Caldwell lui-même (1) le créateur du mot, les vrais *Dravidiens;* ils refusent à leurs esclaves le droit de s'appeler des noms nationaux dravidiens, Tamouls ou Malabars. Des éléments de cette discussion, malgré les conclusions opposées de Caldwell qui manquait d'information anthropologique, ainsi que de toutes les considérations géographiques, il résulte que le type noir, maintenant démontré, est *prédravidien*. Les Dravidiens primi-

(1) R. Caldwell, *A comparative grammar of the Dravidian on South Indian family of languages,* 2e édition. Londres, 1875; Appendice, p. 545.

tifs, les *Protodravidiens*, peuvent être considérés comme des blancs, et en somme très peu différents des Indo-Aryens; venus avant ceux-ci dans l'Inde, ils se sont mélangés profondément aux noirs qu'ils avaient réduits en esclavage de la même façon que les créoles des Antilles se sont mélangés à leurs esclaves nègres : et c'est ainsi que s'est formée la population dravidienne actuelle.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques points de la morphologie des Schizopodes.* Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans un essai très étudié d'une classification des Malacostracés, W.-T. Calman ([1]), se basant sur les travaux de Claus, de Boas, de Hansen et les siens propres, propose de réunir, sous le nom d'*Eucarida*, les Décapodes et les Euphausidæ, et sous celui de *Peracarida*, le reste de l'ancien groupe des Schizopodes, Mysidæ, Lophogastridæ, en même temps que les Isopodes et les Amphipodes.

Les affinités des Euphausidæ et des Décapodes inférieurs, des Pénéides surtout, sont indiscutées depuis les travaux de Boas et de H.-J. Hansen. J'ai moi-même mis en relief plusieurs ressemblances importantes avec les Alpheidæ, entre autres la présence d'organes épipodiaux jusque sur la cinquième paire de pattes thoraciques. Mais il se trouve exister, entre les Eucyphotes inférieurs (Hoplophoridæ et les Lophogastridæ des points communs très remarquables, de sorte que la séparation de ces Schizopodes d'avec les Euphausidæ est beaucoup moins absolue que ne l'indique Calman. Je me borne à les énoncer sous forme d'un tableau à double entrée :

Gnathophausia spp.	Rostre rectiligne, à dents faibles et espacées. .	Hoplophoridæ nombr. spp.
Id.	Une carène dorsale tranchante ou épineuse.	*Notostomus.* *Procletes.*
Id.	Deux carènes parallèles aboutissant l'une (*a*) à une épine ou crête sus-orbitaire, l'autre (*b*) à une épine ptérygostomiale très saillante. Une troisième carène plus courte entre les deux autres (*c*).	*Procletes.* *Notostomus.* *Hoplophorus* (*b*). *Heterocarpus.* *Gonatonotus.*

([1]) *Ann. and Mag. Nat. Hist.*, 7e série, t. XIII, 1904, p. 156.

Lophogaster. *Gnathophausia* spp.	Carène ptérygostomiale (*b*) formant en partie le bord inférieur de la carapace, par suite de l'inflexion en dedans du bord vrai.	*Hoplophorus.* *Pasiphœa.* *Gennadas.*
Gn. gracilis.	Carène ptérygostomiale (*b*) épineuse en arrière.	*Hoplophorus* spp.
Id.	Pléosomite 1 épineux; pl. 2 avec deux épines opposées (seuls exemples connus).	*Procletes.*
Gn. spp.	Pléosomites 3, 4, 5, 6 épineux sur la ligne dorsale médiane.	Hoplophoridæ nombr. spp.
Ceratolepis.	Saillies articulaires entre le bord postérieur de la carapace et le premier pléosomite.	*Hoplophorus.* *Systellaspis.*
Gnathoph. spp.	Ophtalmopodes avec un tubercule interne.	Hoplophoridæ nombr. spp.
Lophogastridæ.	Scaphocérite à bord externe épineux (seuls exemples connus).	*Hoplophorus* spp.
Ceratolepis hamata G.O. Sars.	Scaphocérite à bord interne en pointe récurrente (seuls exemples connus).	*Hoplophorus Grimaldii* H. C.
Lophogaster.	Basicérite avec une forte saillie épineuse supéro-interne (ancécérite de S. Bate).	Hoplophoridæ *Benthesicymus* *Gennadas.*
Gnathophausia.	Mandibules indivises, processus molaire petit, *Lacini mobilis* irrégulièrement présente (une mandibule sur deux) ou absente.	Hoplophoridæ (traces chez certains *Atyidæ,* d'apr. Calman).
Lophogastridæ. (1)	*Lacinie* du coxopodite des maxilles : simple (1) ou très inégalement dédoublée (2), un lobe accessoire dans les deux cas.	Hoplophoridæ. (2)
Gnathophausia.	Des organes lumineux.	Hoplophoridæ.
Gnathophausia.	Des épipodites doubles sur les pattes thoraciques, l'une des deux parties se réduisant à un tubercule sétifère (β).	La majorité des Eucyphotes.

Ce dernier caractère n'est visible en entier que chez les ♀ des *Gnathophausia,* où la branche horizontale de l'épipodite α, au lieu de pénétrer parmi les branchies, se dirige en dedans et en bas et devient un oostégite. L'identité de ces épipodites avec ceux des Eucyphotes est particulièrement frappante sur les spécimens non encore ovés, où les oostégites sont très réduits. Les tubercules sétifères (β) n'ont aucune relation avec eux, sauf celle d'une insertion contiguë et, comme ils sont plus développés encore que chez les Hoplophoridæ, tout en jouant le même rôle, ils constituent la

preuve la plus forte de la nature épipodiale de ces organes, que j'ai cherché à établir dans une précédente Note.

Ces épipodites correspondent aux branchies des Euphausidæ, également portées par la coxopodite, également dédoublées au moins sur les membres postérieurs (*Thysanopoda*, *Nematoscelis*, *Bentheuphausia*). Comme l'a montré Calman avec beaucoup de justesse, il faut se garder d'une comparaison avec les deux épipodites que l'on remarque chez l'*Anaspides* et qui sont distincts totalement même sur le troisième maxillipède ([1]).

Je crois que chez ce remarquable Crustacé, de même que chez les Branchipes, ces deux épipodites appartiennent respectivement l'un au coxopodite, l'autre (proépipodite) au troisième article de la base du membre, dont H.-J. Hansen a eu le mérite de montrer l'existence chez les divers Arthropodes ([2]).

Chez les Lophogastridæ, les Euphausidæ et les Eucyphotes, les deux organes épipodiaux sont simplement des moitiés de l'épipodite initial dédoublé (comme les *lacinies* des maxilles sont des moitiés du lobe initial leur correspondant chez les Phyllopodes). Sur les maxillipèdes de la première paire des Eucyphotes, cette bifurcation est très faible ou nulle, elle s'accentue sur le membre suivant (podobranchie et épipodite à insertion commune) et devient totale ou à peu près sur les autres (branchies doubles des Euphausidæ, parties α et β chez les Eucyphotes, β et oostégite chez les *Gnathophausia,* arthrobranchie et lame α chez les Pénéides).

Quant au proépipodite, présent chez l'*Anaspides* et les Branchipes, absent chez les *Apus*, c'est lui qui va donner aussi, chez les Décapodes inférieurs et les Lophogastridæ, le reste de l'appareil respiratoire par le même mécanisme. Les deux groupes d'arthrobranchies résultant de sa bifurcation sont très visibles chez ces derniers. Chez les Pénéides, Claus ([3]) a montré qu'il se formait trois séries de bourgeons branchiaux, puis quatre par dédoublement de la série proximale.

Or, les bourgeons de cette dernière ne sont autres que des proépipodites, existant sur le troisième article du membre, qui forme la paroi pleurale. Ils donneront la pleurobranchie et la deuxième arthrobranchie correspondant à chaque membre. Les bourgeons des deux premières séries sont les deux moitiés de l'épipodite, prématurément dédoublé.

Cela est si vrai que, sur le premier maxillipède des Pénéides, il n'y a ja-

([1]) *Tr. R. Soc. Edinburgh,* t. XXXVIII, 1896, n° 23, p. 792, *Pl. II, fig.* 12-13.

([2]) *Zool. Anzeiger,* t. XVI, 1893, p. 193-198, 201-212.

([3]) *Neue Beitr. z. Morph. d. Crustaceen*, p. 42 et suiv., *Pl. III, fig.* 24-27.

mais que deux bourgeons branchiaux correspondant aux deux épipodites vrais, et dont la bifurcation reste toujours imparfaite ou nulle. Les *Gennadas* adultes le montrent avec une particulière netteté.

Ainsi, entre les Lophogastridæ et les Décapodes inférieurs (Eucyphotes et Pénéides), où l'épipodite et le proépipodite sont présents, et les Euphausidæ où le dernier manque, il y a la même différence qu'entre les Branchipes et les *Apus* parmi les Phyllopodes. Il est remarquable de voir l'appareil respiratoire persister à travers la classe entière des Crustacés, avec la même simplicité de plan et les mêmes organes. Mais, au point de vue spécial des affinités des Schizopodes, on voit qu'il est téméraire de conclure en faveur des seuls Euphausidæ, en faisant des Lophogastridæ un groupe évoluant isolément, et sans relations prochaines avec les Décapodes.

ZOOLOGIE. — *Les organes segmentaires au moment de la maturité sexuelle chez les Hésioniens et les Lycoridiens.* Note de M. **Louis Fage**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans une précédente Note [1] j'ai montré que l'organe segmentaire des Lycoridiens, parfaitement adapté à la fonction excrétrice, ne se modifiait pas au moment de la reproduction pour servir de conduit vecteur aux produits génitaux. Ce perfectionnement de la néphridie peut encore avoir pour conséquence l'individualisation d'un conduit génital propre. Le fait ressort très nettement de l'étude attentive des organes segmentaires dans la famille des Hésioniens.

Chez les *Ophiodromus flexuosus* D. Chiaje, *Oxydromus propinquus* Mar. et Bob., *Kefersteinia cirrata* Kef., la néphridie est relativement simple. C'est un tube légèrement sinueux, très comparable comme aspect et comme situation à la néphridie des Euniciens et des Syllidiens immatures. Il s'ouvre à l'extérieur par un orifice, situé ventralement à la base du parapode, et dans la cavité générale par un étroit néphrostome. Au moment de la reproduction se forme, aux dépens du péritoine, un pavillon cilié très large qui se met en contact avec la néphridie. Celle-ci, désormais, peut servir à l'expulsion des produits génitaux.

Pour la *Magalia perarmata* Mar. et Bob., les faits se passent, d'une manière générale, comme dans les espèces précédentes. Cependant le pavillon cilié, qui apparaît en même temps que les éléments sexuels, n'a pas une forme régulière, ce n'est plus à pro-

---

[1] *Comptes rendus*, 3 juillet 1905.

prement parler un véritable pavillon, mais une lame ciliée du péritoine, plus ou moins recourbée et fortement plissée.

Enfin, chez l'*Hesione pantherina* Risso, la néphridie est constituée tout différemment. Le tube excréteur, au lieu d'avoir un trajet à peu près direct, décrit des circonvolutions nombreuses, qui rappellent d'une manière frappante celles déjà signalées à propos des Lycoridiens. De plus, le néphrostome possède de longs flagellums, assimilables jusqu'à un certain point à ceux qui recouvrent les prolongements protoplasmiques du néphrostome des Lycoridiens. La néphridie de l'*Hesione pantherina* Risso est donc très évoluée dans le sens excréteur et ne subit aucune transformation lui permettant de conduire au dehors les œufs ou les spermatozoïdes.

Or, au voisinage du néphrostome se trouve un organe cilié, dont l'homologie avec le pavillon vibratile de la *Magalia perarmata* Mar. et Bob. n'est pas douteuse. Cet organe, signalé pour la première fois par Goodrich ([1]), est constitué par une partie de l'épithélium peritonéal lui-même, recourbé et portant, sur une de ses faces, de profonds sillons tapissés de cils vibratiles. Il se forme d'emblée, en même temps que la néphridie, et persiste sans se modifier pendant la maturité de l'animal. A sa base se trouve un volumineux organe phagocytaire, composé d'une trame cellulaire très nette, qui contient dans ses mailles des cellules à cytoplasma granuleux de forme irrégulière, analogues aux amibocytes du cœlome, et quelques gros macrophages.

Ainsi, parmi les représentants de la famille des Hésioniens que j'ai étudiés, le seul genre où la néphridie a pris un développement considérable est également celui où le pavillon génital (organe cilié) reste indépendant de la néphridie.

Dans la famille des Lycoridiens, la spécialisation de la néphridie est encore plus grande. Il existe aussi un organe cilié ([2]) de même constitution, et de même valeur morphologique que celui de l'Hésione, mais encore plus indépendant de la néphridie que chez celle-ci. Il est situé entre les muscles longitudinaux dorsaux et la paroi du corps, et apparaît également d'emblée, en même temps que la néphridie.

L'organe segmentaire d'un exemplaire mûr de la *Magalia perarmata* Mar. et Bob., par exemple, se compose de deux parties distinctes : l'une, la néphridie proprement dite, organe excréteur, et l'autre, le pavillon vibratile que l'on peut assimiler à un conduit génital rudimentaire. Or, l'*Hesione pantherina* Risso et les Lycoridiens nous montrent que, dans le cas où la néphridie se trouve dans l'impossibilité de livrer passage aux éléments sexuels, l'autre partie de l'organe, le pavillon vibratile, reste indépendant. S'il est encore trop peu différencié pour accomplir à lui seul l'expulsion des produits génitaux ([3]); chez certains Capitelliens (*Dasybranchus caducus* Clp., *Masto-*

([1]) *Quarterly journ. of micr. Sc.*, 1897.

([2]) C'est le *dorsal ciliated organ* de Goodrich (*Quart. journ. of Micr. Sc.*, 1893).

([3]) Pour l'*Hesione pantherina* Risso, le mode d'évacuation des produits génitaux n'a

branchus, etc.), il s'individualise complètement, acquiert une ouverture propre et devient un organe servant exclusivement à la ponte. Il en est de même chez les Oligochètes, où la localisation des conduits déférents dans une seule région est la conséquence de la localisation des glandes génitales elles-mêmes.

ZOOLOGIE. — *Le recul de la bouche chez les Chétopodes.* Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Je n'ai pu que tout récemment prendre connaissance d'un article publié par M. Ray-Lankester, sous le titre : *The Structure and Classification of the Arthropoda*, dans son *Quarterly Journal of Micr. Science*, paru en mars 1904.

C'est, nous dit l'auteur, une réimpression presque textuelle d'articles fournis par lui, près de quatre ans auparavant, à l'*Encyclopédie britannique*; et la raison principale de cette réimpression est que ces articles ne semblent pas avoir attiré suffisamment l'attention des zoologistes. Je crois donc répondre au désir du savant directeur du British Museum de provoquer les remarques des zoologistes en signalant un point limité, mais fort important, du sujet qu'il traite.

Pages 573 et 574, mettant en tableaux les différences, au point de vue de la constitution de la tête, entre les Chétopodes et les Arthropodes, il écrit : Degré x (audessous des Arthropodes), *Agnatha Aprosthomera* [c'est-à-dire n'ayant pas de segments en avant de la bouche (*voy.* p. 544, où il fait, de cette absence, la différence caractéristique entre les Chétopodes et les Arthropodes)]. « Sans mâchoires parapodiales; *sans addition de somites originairement post-oraux à la région préorale, qui est un simple lobe prostomial du premier somite;* le premier somite est perforé par la bouche, et ses parapodes ne sont pas transformés en mâchoires (Chétopodes) ».

Je suis tout à fait d'accord avec l'auteur sur la position *primitive* de la bouche des Chétopodes. J'en ai donné les raisons, en détail, dans un Mémoire sur les *Annélides pélagiques* (*Arch. de Zool. expér.*, 1886) évidemment ignoré de Lankester, ainsi qu'un autre *Sur la valeur morphologique de la tête des Annélides* (*Ann. des Sc. nat.*, 1902), où j'ai repris cette démonstration, confirmée encore par Malaquin : « La céphalisation des Annélides et la question du Métamérisme » (*Comptes rendus*, 28 mars 1904).

---

pas été observé. Chez les Lycoridiens, ce phénomène s'opère par rupture des téguments.

La nomenclature fort simple que je proposais en 1886 répond à tous les besoins. Je ne comprends guère que des auteurs récents parlent encore d'un *prostomium* et d'un *segment péristomial;* même lorsqu'ils ont parfaitement reconnu, comme H.-P. Johnson (*Am. Nat.*, 1902, p. 297) et Benham (*voy.* plus loin), un recul de la bouche.

1° Il n'y a pas de *prostomium* quand la bouche est absolument terminale; et, comme le dit Lankester dans la phrase citée plus haut, il n'y a, en fait de région préorale, qu'une portion plus ou moins importante du premier somite, tant que la bouche demeure sur ce premier somite. Il peut, d'autre part, y avoir un nombre variable de *somites prostomiaux*, lorsque le recul de la bouche est plus accentué.

2° Il ne saurait être question d'*un segment péristomial* que lorsque la bouche est nettement percée à la face ventrale d'un somite, quel que soit, du reste, le rang de celui-ci. L'expression n'a pas de sens lorsque la bouche est entre deux somites, ou s'étend sur un plus grand nombre, comme c'est le cas chez les Aphroditiens, les Amphinomiens, etc.

Il est curieux que Lankester, ayant admis, dès 1873, un « adaptational shifting of the oral aperture » chez les Arthropodes, dans « Primitive Cell-layers of the Embryo » (*Ann. Mag. of nat. Hist.*, mai 1873, p. 336), et en faisant justement, dans son travail actuel, la base de sa classification des Arthropodes en Mono, Di, et Triprosthomera, commette l'inconséquence d'opposer aux Arthropodes les Chétopodes comme *Aprosthomera,* alors qu'il dit (p. 576) dans sa bibliographie : « Benham décrit un recul de l'orifice buccal chez certains Chétopodes ».

On voit bien que Lankester ne connaît, à ce sujet, que l'introduction et les Notes ajoutées par Benham au travail de son élève Thomson sur un Aphroditien (*Proc. Zool. Soc. of London*, 1900, p. 974 et suiv.). Mais Thomson écrit que la position de la bouche semble être entre la deuxième et la troisième paire de parapodes; et Benham ajoute : « Ce recul de la bouche à travers un ou plusieurs segments se trouve chez les *Amphinomidæ,* les *Acoetidæ,* le *Chrysopetalum* et l'*Aphrodita; mais on n'a que peu remarqué* sa connexion avec le même phénomène, sur lequel Lankester fut le premier à attirer l'attention, en ce qui regarde les Arthropodes.»

Benham ne connaît évidemment pas non plus mon travail de 1886. Celui de 1902 est postérieur au sien.

Si Lankester ne s'était pas borné à une simple réimpression de ses articles, il aurait pu trouver (p. 303 et 304 de mon dernier Mémoire) toutes les indications sur le recul graduel de la bouche, non seulement chez les types visés par moi en 1886, mais chez d'autres; et, en particulier, chez le *Chrysopetalum occidentale* de H.-P. Johnson (*Proc. of the Calif. Ac. of Sc.,* 3e série, vol. I, n° 3), où elle se trouve entre le quatrième et le cinquième somite.

Aussi bien les faits mentionnés dans ce travail que ceux consignés dans

la Note de Benham montrent combien est inexacte la dénomination d'Aprosthomère que Ray-Lankester attribue aux Chétopodes; il est trop évident qu'on ne peut désigner ainsi un groupe d'animaux dans lequel, si la bouche est primitivement terminale, elle peut reculer au delà même de ce que l'on voit chez les Arthropodes, puisque le *Chrysopetalum* ci-dessus est Tétraprosthomère, suivant sa nomenclature.

Cette variabilité de position, qui se comprend fort bien dans un groupe où se trouvent des formes très primitives et d'autres fortement évoluées, ne laisse aux amateurs de grec barbare qu'un mot dans le genre de Pœciloprosthomères, devant lequel j'avoue reculer.

PHYSIOLOGIE. — *Numération des globules rouges du sang humain faite pour la première fois au sommet du mont Blanc, le* 20 *août* 1904. Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. Janssen.

Après avoir étudié sur le mont Blanc, en 1903, les modifications des combustions organiques, j'ai recherché, en 1904, les variations quantitatives des globules rouges du sang humain, entre Chamonix, les Grands-Mulets et le sommet du mont Blanc. Cette seconde partie de mes travaux biologiques m'a été facilitée, comme la première, par M. Janssen, qui m'a permis de bénéficier des ressources de la Société du mont Blanc et de séjourner de nouveau dans ses deux Observatoires.

Le sang nécessaire à mes expériences a été prélevé, avec toutes les précautions techniques désirables, sur moi-même et sur deux autres sujets qui m'ont accompagné au sommet de la montagne : le premier, déjà préalablement aguerri par plusieurs ascensions au-dessus de 4000^{m}, le second, Parisien bien portant, mais venu pour la première fois à Chamonix et non acclimaté aux altitudes. Nos globules rouges, dilués dans du sérum de Marcano, ont été dénombrés sur un compte-globules de Malassez avec un microscope portatif de Zeiss.

Après avoir compté nos globules à Chamonix, j'en ai fait deux numérations aux Grand-Mulets : la première, quelques heures après notre arrivée à cette station, la deuxième, le lendemain, après une journée de repos. Au sommet du mont Blanc, la numération a été pratiquée après avoir passé la nuit dans l'Observatoire Janssen, sur mon sang et sur celui de mon premier sujet, le troisième compagnon s'étant trouvé dans un état de troubles organiques spéciaux qui aurait introduit une cause d'erreur dans les résultats (¹). Les chiffres obtenus au Sommet doivent donc être comparés à ceux de la seconde numération faite aux Grands-Mulets.

(¹) Ce sujet, ayant fait une seconde ascension plusieurs jours après, a pu rester longtemps au Sommet sans aucun malaise.

Enfin, pour étudier les effets d'une deuxième ascension, je suis remonté aux Grands-Mulets seul, après être redescendu à Chamonix, où j'avais de nouveau compté mes globules.

J'ai donc ainsi étudié : l'action d'une haute ascension, l'action d'un court séjour à une grande hauteur, l'action du passage à une station encore plus élevée, l'action du retour à l'altitude initiale, enfin l'action d'une seconde ascension proche de la première.

Voici les chiffres que j'ai obtenus :

Dates.	Altitudes.	R. Bayeux.	1er sujet.	2e sujet.
16 août 1904...	Chamonix (1050m)	4120000	4216000	6400000
17 » ...	Grands-Mulets (3020m)	4376000	4568000	6632000
18 » ...	Id.	4248000	4496000	6016000
20 » ...	Sommet du mt Blanc (4810m)	5112000	5064000	»
23 » ...	Chamonix	4244000	4312000	»
26 » ...	Grands-Mulets	4640000	»	»
27 » ...	Id.	4512000	»	»
3 sept. 1904..	Chamonix	4272000	4240000	»

La lecture de ce Tableau permet d'en tirer cinq conclusions principales :

1° Le sang humain subit une augmentation rapide et notable du nombre de ses globules rouges lorsque l'on passe d'une altitude à une altitude supérieure ;

2° Si l'on séjourne à cette dernière altitude, la quantité des globules constatée à l'arrivée diminue, au bout de quelques heures, d'un nombre relativement peu considérable ;

3° La descente à l'altitude du départ accentue cet abaissement globulaire; toutefois, le nombre des globules reste plus élevé qu'il n'était avant l'ascension ;

4° Une seconde ascension, effectuée avant que le taux globulaire n'ait récupéré sa valeur primitive à l'altitude du départ, provoque une nouvelle augmentation globulaire plus forte que la première ascension ;

5° Un sujet acclimaté aux altitudes subit des troubles globulaires moins considérables qu'un sujet non acclimaté; c'est ainsi que mon premier sujet s'est maintenu à un taux proche du mien aux différentes altitudes que nous avons atteintes; par contre, lorsque je commençai mes hautes ascensions à Zermatt, il y a plusieurs années, mon sang présentait un nombre de globules plus considérable et qui se rapprochait de celui de mon deuxième sujet pendant sa première ascension de 1904.

Au point de vue clinique, j'ai remarqué que l'augmentation du nombre

des globules coïncide avec des signes plus ou moins accentués du *mal des altitudes*. Et, si l'on rapproche ce fait de la diminution des combustions que j'ai constatée l'an dernier, on peut formuler cette loi : « Le mal des altitudes résulte d'une asphyxie par arrêt ou diminution des combustions, que j'appellerai une *dyspyrie*. »

Il y aurait donc une réelle utilité à dénombrer les globules rouges avant d'entreprendre une ascension; cette numération pourrait servir de *baromètre physiologique*.

Enfin, les variations personnelles du taux globulaire peuvent expliquer certaines anomalies notées par tous les auteurs dans l'apparition du mal des altitudes : à côté de la dépression barométrique *extérieure, météorologique*, indiquée par le recul de l'aiguille de l'appareil anéroïde, il y a la dépression du *baromètre physiologique, intérieur,* que signale l'augmentation du taux globulaire. La *dyspyrie des altitudes* est la résultante de ces deux facteurs et non pas seulement du premier.

Personne n'avait, avant moi, dénombré les globules rouges de l'homme au sommet du mont Blanc; je n'aurais pu moi-même le faire si je n'avais trouvé un abri convenable dans l'Observatoire que M. Janssen a édifié au point culminant de l'Europe, il y a 12 ans.

PHYSIOLOGIE. — *Les poisons intestinaux (actions, variations, répartition, nature; modes de défense)*. Note de MM. **Charrin** et **Le Play**, présentée par M. Bouchard.

Depuis les travaux du professeur Bouchard, la question des auto-intoxications est à l'ordre du jour. Des expériences depuis longtemps poursuivies sur les poisons de l'intestin nous ont permis d'observer d'intéressants phénomènes, en partie attribuables aux techniques mises en jeu [1].

---

[1] Au lieu de stériliser le contenu du tube digestif par la chaleur à 100° qui détruit une foule de substances, ou la filtration sur porcelaine qui en retient une bonne part, nous avons eu recours à des tyndallisations successives à 57° ou 59°, températures insuffisantes pour détériorer notablement ces produits; de la sorte, on les injecte à peu près tels qu'ils sont et dans leur ensemble, tandis que la méthode des extraits n'utilise que les principes solubles dans l'excipient (alcool, éther, etc.) dont on use.

En outre, en variant les doses, les vitesses, les portes d'entrée, etc., on réalise des types analogues à ceux de la clinique, des intoxications suraiguës, subaiguës, chroniques, etc; de plus, grâce à des rétrécissements plus ou moins serrés, on oblige l'animal à résorber, à s'injecter à lui-même certains éléments nocifs du tube digestif.

A la suite des injections de ces poisons, on enregistre une série de modifications tant anatomiques que fonctionnelles. C'est ainsi que le sang s'appauvrit en hématies et en hémoglobine (diminution par millimètre cube environ d'un million; $v = 0,10$, au lieu de 0,13). Ce type d'anémie rappelle ceux qu'on attribue à d'opiniâtres constipations ou à des tares de la muqueuse digestive favorables aux fermentations putrides. Nous avons, du reste, mis en évidence l'existence de composés hémolytiques et il est intéressant de noter que les appareils hématopoïétiques subissent l'influence de ces poisons. Dans la moelle des os la graisse disparaît; les érythrocytes, les débris globulaires sont abondants; on décèle une tendance à la sclérose et une indéniable Mastzellenleucocytose; dans la rate, les macrophages sont rares, la karyokinèse à peu près nulle, etc. Dans les intoxications rapides, le cœur est quelquefois dilaté; de préférence, au cours des formes lentes, on découvre un épaississement myocardique assez commun chez les nouveau-nés athrepsiques. L'action sur cet organe est directe ou dans certains cas s'exerce par le système nerveux.

En général, la bile est riche en pigments, les cellules hépatiques sont granuleuses; parsemé, comme nombre de tissus, d'îlots hémorragiques, le parenchyme du foie fournit des extraits très toxiques. Cette toxicité se retrouve dans les urines; en particulier chez les lapins porteurs d'obstructions cæcales, 9^{cm^3} à 12^{cm^3}, au lieu de 15^{cm^3} à 20^{cm^3}, tuent mille de matière vivante. Ces urines renferment, d'ailleurs, plus d'une fois de l'urobiline, de l'indican, avant tout de l'albumine; leur densité (1022 à 1027), Δ, l'acide phosphorique augmentent; le coefficient azoturique fléchit (0,73 à 0,80); les échanges sont troublés : à ces modifications correspondent des altérations rénales. On décèle également des lésions dans le névraxe (disparition partielle des corpuscules de Nissl), dans la peau (poils ternes ou tombant), dans les poumons (congestions réflexes ou directes), dans les parois intestinales dont les éléments, en vertu de la loi qui veut que le suc d'un organe provoque son activité, semblent en hyperfonctionnement, dans les os relativement pauvres en matières minérales et même déformés [1].

Remarquons qu'en clinique il est assez facile d'observer des phénomènes susceptibles d'être rapprochés de ces lésions (convulsions, délire; affections cutanées; flux de l'intestin; tares du squelette, etc.).

Évidemment, suivant une foule de circonstances (espèces, régime, âge,

---

[1] Voir CHARRIN et LE PLAY, *Insuffisance de développement d'origine intestinale* (*Comptes rendus*, 14 mars 1904).

états pathologiques, etc.), ces poisons du tube digestif varient. Dans les entérites aiguës, par exemple, ils augmentent; par contre, durant les processus chroniques, ils paraissent habituellement moins actifs qu'à l'état normal. Peut-être faut-il incriminer des antagonismes bactériens ou le passage de quelques éléments hors du canal au travers des ulcérations de la muqueuse? Toutefois, c'est de préférence avec les zones du conduit alimentaire qu'on voit changer la teneur en composés nuisibles; à mesure qu'on s'éloigne de l'estomac, cette teneur va croissant pour atteindre son maximum dans la région cæcale; injectés dans les veines, 15^{g} à 20^{g} du contenu de cette région, dilués dans 3^{vol} d'eau salée, amènent la mort immédiate d'un lapin pesant à peu près 2^{kg} (¹). Jusqu'à la valvule de Bauhin, ce contenu est liquide; dans le côlon ascendant s'opère une déshydratation (25 à 40 pour 100), sans laquelle la diarrhée serait un phénomène permanent.

Poursuivies au point de vue bactériologique, nos recherches montrent que sensiblement la courbe de la flore intestinale se superpose à celle de la toxicité. En se rapprochant de la fin de l'iléon, les germes deviennent de plus en plus nombreux et c'est encore dans les côlons que, spécialement en anaérobies, comme en formes bacillaires, la richesse microbienne est ordinairement plus marquée. Si même, on s'adresse exclusivement à la paroi, dans le duodénum ou le commencement de l'iléon, quelquefois la muqueuse est stérile; plus bas, le fait est inouï et c'est ce qui explique, conformément à nos expériences, que, pendant la vie ou après la mort, les parasites quittent avant tout le canal par les veines côliques.

Ajoutons que cette plus grande teneur de la région cæcale tant en microbes qu'en matériaux nocifs fait comprendre pourquoi les tares hépatiques succèdent de préférence aux processus qui portent sur ce territoire.

C'est heureusement à ce niveau que l'organisation intestinale se prête le mieux à la protection de l'économie contre ces poisons, les uns solubles dans l'alcool, les autres, plus importants, insolubles dans ce liquide. Cette protection est, du reste, d'autant plus nécessaire qu'en dépit de l'existence de quelques ferments utiles dans la lumière des côlons, dès que les aliments ont franchi la valvule de Bauhin, la nature les tient pour de la matière définitivement morte, inutile : la putréfaction commence.

L'examen histologique permet de reconnaître ce qu'a de spécial, à cet égard, la structure du gros intestin.

Dans la première partie, l'épithélium relativement allongé a les caractères des cel-

(¹) Le contenu des autres territoires exige des doses plus considérables.

lules actives; le noyau est plutôt basal, le protoplasma très granuleux; dans le rectum, qui devient un simple canal excréteur, cet épithélium est moins haut, son noyau plus superficiel, son contenu plus uniforme. En outre, dans le cæcum et le côlon ascendant, le tissu lymphoïde est abondant, plus régulièrement distribué que vers la fin de l'iléon, où ce tissu est surtout disposé par plaques.

L'expérience permet, d'ailleurs, de montrer le rôle de cette membrane.

On fait disparaître l'épithélium, soit en déterminant une entérite ou en liant des artérioles mésentériques, soit plus exactement en raclant mécaniquement la paroi interne ou mieux encore, suivant la méthode de Botazzi, en usant du fluorure de sodium. Cette chute de l'épithélium réalisée, on divise l'intestin en une série de segments égaux, enfermant dans chacun d'eux une même proportion de toxine diphtérique. Dans ces conditions, le rectum mis à part, on reconnaît que le fragment cæcal retient longtemps cette toxine et que la partie qui traverse sa paroi est plus atténuée que les liquides qui ont franchi les couches des autres segments.

En second lieu, si l'on mélange des quantités identiques de cette toxine diphtérique, de la muqueuse intestinale fraîche recueillie à différentes hauteurs et, d'autre part, de muscles, de foie, etc., on constate que la modification la plus profonde subie par ce produit bacillaire est celle que lui imprime cette muqueuse prise dans le cæcum ou la fin de l'iléon; cette membrane agit plus que le tissu musculaire, au moins autant que le parenchyme hépatique et, dans son action, l'expérience dégage deux facteurs : l'épithélium et avant tout les leucocytes.

En somme, tout concourt à établir combien, suivant les hauteurs, varient les fonctions de l'intestin, à quel point en Pathologie, générale et spéciale, son contenu est important et quel rôle joue la muqueuse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'activateur de la philocatalase dans les tissus animaux.* Note de M. F. **Battelli** et M[lle] L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

Le fait principal que nous avons constaté est le suivant. Dans les extraits aqueux des tissus animaux portés à l'ébullition on peut déceler la présence d'une substance qui a la propriété d'augmenter l'action de la philocatalase. Nous désignerons cette substance sous le nom d'*activateur de la philocatalase*.

On peut prouver de plusieurs manières cette action activante des extraits de tissus portés à l'ébullition. Le procédé le plus démonstratif est le suivant.

On prépare une anticatalase de rate dépourvue de philocatalase. Pour l'obtenir on acidifie l'extrait aqueux de rate par l'acide acétique. La pro-

portion la plus favorable nous a semblé être celle de 3 pour 1000 d'acide. On abandonne cet extrait acide pendant 48 heures à la température de 10°. La philocatalase est détruite dans l'acide en présence de l'air, l'anticatalase reste intacte. On concentre dans le vide à 45° à un dixième du volume primitif.

On fait agir cette anticatalase, débarrassée de philocatalase, sur la catalase, en présence d'une petite quantité d'extrait musculaire (de cheval, de cobaye, etc.) qui est riche en philocatalase. L'action de l'anticatalase sera faiblement entravée par la petite quantité de philocatalase existant dans l'extrait musculaire. Mais, si nous ajoutons un extrait de pancréas ou de foie porté à l'ébullition et filtré, nous constatons que la catalase est presque complètement protégée contre l'action destructive de l'anticatalase. L'action de la philocatalase du muscle a été considérablement augmentée par l'activateur contenu dans l'extrait de pancréas ou de foie porté à l'ébullition.

Exemple. — On prend quatre tubes (A, B, C, D) qui contiennent chacun 5^{cm^3} d'une solution de catalase décomposant 30^g de H^2O^2 pure, dans l'espace de 10 minutes. On ajoute à chaque tube 1^{cm^3} d'une solution d'anticatalase pure. Dans les tubes B et C on ajoute en outre 1^{cm^3} d'extrait musculaire frais de cheval correspondant à $0^g,20$ de muscle. Dans les tubes C et D on introduit 5^{cm^3} d'un extrait de pancréas de cheval porté à l'ébullition et filtré, correspondant à 1^g de pancréas. On place les tubes dans le thermostat à 38°. Au bout de 15 minutes on fait le dosage de la catalase dans les quatre tubes. Nous rapportons dans le Tableau suivant les valeurs relatives aux quantités de H^2O^2 (en grammes) détruites par le contenu de chaque tube dans l'espace de 10 minutes.

	Tube A.	Tube B.	Tube C.	Tube D.
	Catalase 5^{cm^3}	Catalase 5^{cm^3}	Catalase 5^{cm^3}	Catalase 5^{cm^3}
	Anticatalase 1^{cm^3}	Anticatalase 1^{cm^3}	Anticatalase 1^{cm^3}	Anticatalase 1^{cm^3}
	Eau 6^{cm^3}	Extrait muscul. 1^{cm^3}	Extrait muscul. 1^{cm^3}	Pancréas bouilli 5^{cm^3}
		Eau 5^{cm^3}	Pancréas bouilli 5^{cm^3}	Eau 1^{cm^3}
H^2O^2 décomposée	11^g	16^g	28^g	11^g

Ces résultats montrent que dans le tube B l'action protectrice de la philocatalase a été faible, la quantité de muscle ajoutée étant très petite. Dans le tube C l'action de la philocatalase du muscle a été considérablement augmentée par l'activateur contenu dans l'extrait de pancréas porté à l'ébullition. Dans le tube D l'activateur n'a exercé aucune action en l'absence de la philocatalase.

On peut obtenir une solution concentrée d'anticatalase, qui renferme en même temps de la philocatalase.

Pour préparer cette solution, on broie une rate de cheval, on ajoute trois volumes d'une solution d'acide acétique à 1 pour 1000. On filtre rapidement. On concentre immédiatement le filtrat dans le vide à 45°, jusqu'au dixième environ du volume primitif. Le liquide obtenu contient, à côté d'une grande quantité d'anticatalase, une certaine quantité de philocatalase. Si l'on ajoute de l'activateur de la philocatalase à ce liquide on constate que son pouvoir destructeur vis-à-vis de la catalase diminue considérablement ou cesse tout à fait.

La philocatalase, comme nous l'avons montré dans des recherches précédentes, a aussi la propriété de régénérer la catalase rendue inactive par l'anticatalase. Or ce pouvoir est aussi augmenté par l'addition de l'activateur, qui par lui-même n'a aucune action ni sur la catalase, ni sur l'anticatalase.

La philocatalase étant très répandue dans les tissus animaux, l'influence de l'activateur peut être démontrée en le faisant agir sur l'extrait de plusieurs organes.

Un fait intéressant est le suivant : on fait un extrait aqueux de foie de cobaye et l'on y dose la catalase. On ajoute à une partie de l'extrait frais de foie un extrait de foie, de pancréas, etc., porté à l'ébullition. On place le tout au thermostat pendant 15 minutes. On dose de nouveau la catalase. On constate presque toujours que la quantité de catalase a subi une augmentation considérable. Au lieu d'ajouter l'activateur de la philocatalase on peut aussi employer un extrait frais de muscles, et l'on obtient le même résultat, souvent même plus marqué. Si l'extrait frais de muscle ou l'extrait bouilli de pancréas sont ajoutés au moment même du dosage, sans un séjour préalable au thermostat, l'augmentation de la catalase n'a pas lieu dans l'extrait de foie de cobaye.

Ce résultat pourrait être expliqué en admettant qu'il existerait dans le foie un catalasogène qui, sous l'influence d'une substance renfermée dans le muscle ou dans le pancréas, se transformerait en catalase. Cette supposition n'est guère admissible. En fait, il s'agit de la régénération de la catalase rendue inactive par l'anticatalase du foie, soit pendant la vie, soit au moment de la mort, soit pendant les manipulations de la préparation de l'extrait.

Nous avons finalement comparé différents tissus quant à leur richesse en activateur de la philocatalase.

Chez le lapin les tissus examinés (foie, pancréas, rein, muscles, sang) ne diffèrent pas notablement au point de vue de la quantité d'activateur qu'ils renferment, mais la rate en est presque complètement dépourvue. Il existe en outre des différences individuelles.

Les recherches que nous avons faites ne nous ont pas permis jusqu'ici d'établir la nature de l'activateur de la philocatalase.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la préparation et les propriétés d'extraits protoplasmiques des globules du sang.* Note de MM. **Auguste Lumière, L. Lumière** et **J. Chevrotier**, présentée par M. A. Chauveau.

Il n'a été indiqué jusqu'ici, à notre connaissance, aucun procédé pratique permettant d'obtenir à l'état de pureté des extraits organiques renfermant uniquement le protoplasma des cellules du sang et complètement débarrassés du sérum et des stromas globulaires.

Dans cet ordre d'idées, M. Nicloux [1] a décrit une méthode d'extraction des substances cytoplasmiques, mais cette méthode, dont le principe est analogue à celui que nous employons depuis plusieurs années pour les tissus animaux, n'a été appliquée par cet auteur qu'au traitement des cellules végétales.

Pour isoler les substances protoplasmiques des cellules du sang, nous opérons de la façon suivante :

Le sang, recueilli par saignée, est immédiatement mélangé à un liquide isotonique afin d'éviter le passage dans le sérum des substances actives des globules et de conserver celles-ci intactes.

Le mélange est fait dans la proportion de 1^l de sang pour 20^l de liquide et, à cette dilution, la coagulation ne peut s'effectuer.

Ce mélange est soumis à une centrifugation énergique à l'aide d'un centrifugeur spécialement construit à cet effet, dans lequel la vitesse tangentielle atteint au moins 100^m à la seconde.

On recueille les globules après décantation du liquide qui surnage et on les lave plusieurs fois dans la liqueur isotonique.

Après avoir ramené la masse au volume primitif du sang mis en œuvre, par addition d'eau distillée, on la soumet à plusieurs congélations brusques et successives suivies de réchauffement à 35°, qui ont pour effet de briser les enveloppes des éléments cellulaires et de mettre en liberté les substances contenues dans le protoplasma.

---

(1) *Comptes rendus,* 1904, p. 1112.

Pour se débarrasser des débris de cellules, on procède à une nouvelle centrifugation et le liquide décanté est rendu isotonique par addition de chlorure de sodium, puis filtré à la bougie et conservé dans des flacons stérilisés.

Ces opérations s'effectuent, bien entendu, avec toutes les précautions de l'asepsie la plus rigoureuse. On s'assure d'ailleurs qu'aucune faute n'a été commise au cours des opérations indiquées en portant les flacons à l'étuve à 40° pendant 48 heures au moins et en constatant qu'ils conservent leur parfaite limpidité.

Ainsi préparé, l'extrait auquel nous avons donné le nom d'*hémoplase* se présente sous forme d'un liquide rutilant qui se conserve pendant fort longtemps; six mois, et même un an après sa préparation, il n'a donné ni précipité, ni dépôt, et sa couleur n'a pas subi de changement notable.

L'hémoplase placée dans le vide perd rapidement l'oxygène fixé par l'hémoglobine et prend une teinte violet noir. Dès qu'elle est agitée à l'air, elle se réoxyde et redevient rouge.

Elle possède des propriétés oxydasiques très marquées et qui peuvent être mises en évidence par la teinture de gaïac, les solutions de gaïacol, de paraphénylène-diamine, de pyrogallol et d'hydroquinone.

Nous avons préparé des extraits protoplasmiques avec du sang de divers animaux et plus spécialement l'âne et le mouton.

Ces produits n'ont qu'une toxicité très limitée. Nous n'avons pu parvenir à tuer un lapin en lui injectant dans la veine marginale de l'oreille jusqu'à 250$^{cm^3}$ d'extrait.

Les cobayes, lapins, chiens normaux auxquels l'hémoplase a été administrée soit par voie sous-cutanée, soit en injections intraveineuses, n'ont présenté aucun phénomène anormal. C'est à peine si l'on peut constater, dans quelques cas, une élévation de température de quelques dixièmes de degré, 3 ou 4 heures après les injections. A doses massives et répétées, le produit n'a aucune action sur le rein.

De nombreux essais cliniques qui seront ultérieurement publiés ont démontré que l'hémoplase est douée d'un pouvoir antitoxique et d'une action tonique et stimulante remarquables, susceptibles d'importantes applications en thérapeutique.

Nous nous proposons de poursuivre l'étude complète des propriétés de l'hémoplase des animaux normaux et d'étudier celles de l'hémoplase provenant d'animaux immunisés, en comparant les pouvoirs antitoxiques du sérum et de l'extrait protoplasmique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Activation du suc pancréatique pur sous l'influence combinée des colloïdes et des électrolytes.* Note de M. **Larguier des Bancels**, présentée par M. Dastre.

Il est commode de distinguer dans le problème général de la chimie des colloïdes les diverses questions suivantes, qui se coordonnent naturellement les unes aux autres :

1° Influence des électrolytes sur les colloïdes;

2° Action mutuelle de deux colloïdes;

3° Influence des électrolytes sur l'action mutuelle de deux colloïdes;

4° Action mutuelle de trois colloïdes, etc.

L'examen de ces divers points comporte des applications immédiates dans l'étude des phénomènes d'ordre diastasique, comme l'a bien montré M. Victor Henri dans toute une série de Communications et de Mémoires.

J'ai étudié précédemment l'influence des électrolytes sur l'action mutuelle de deux colloïdes. Il convient, sur ce point, de distinguer deux cas : 1° les colloïdes sont de signe électrique opposé : l'addition d'un électrolyte convenable permet, en général, de dissocier le complexe résultant du mélange de deux colloïdes (voir *Comptes rendus*, séance du 19 juin 1905); 2° les deux colloïdes sont du même signe, mais de stabilité différente, par exemple, la gélatine, d'une part, le bleu d'aniline ou le rouge Congo, de l'autre. On constate dans ce cas que l'addition d'un électrolyte capable de précipiter le colloïde instable détermine la fixation d'une portion notable de celui-ci sur le colloïde stable. L'électrolyte joue donc le rôle de mordant.

Je me suis efforcé de tirer parti de ces résultats dans l'étude de la digestion tryptique.

La plupart des auteurs admettent que le suc pancréatique pur est incapable de digérer l'albumine d'œuf coagulée par la chaleur et que ce suc ne devient actif qu'après addition de macération intestinale ou d'autres extraits organiques (rate, levure de bière, bactéries, leucocytes, venins, etc.).

J'ai constaté, au contraire, qu'il est possible d'activer le suc pancréatique pur, sans recourir aux kinases naturelles, à l'aide de colloïdes et d'électrolytes convenablement choisis.

Soient des cubes d'albumine plongés pendant 24 heures dans une solu-

tion de bleu de toluidine et lavés ensuite à l'eau distillée; le suc pancréatique pur ne les attaque pas; ce même suc, additionné de différents électrolytes, devient capable de les digérer complètement.

Expérience du 4 juillet. — Suc pancréatique de chien obtenu après injection de sécrétine. Cubes d'albumine d'environ $0^g,25$ plongés pendant 24 heures dans une solution de toluidine à 0,02 pour 100. Les cubes sont placés dans les mélanges suivants, additionnés d'un peu de toluène, et mis à l'étuve à 39°.

		Après 18 heures.
1.	2^{cm^3} suc panc. + 8 gouttes azot. baryum sol. sat.	Digestion complète.
2.	» + » sulfate ammon. sol. sat......	Pas de digestion.
3.	» + » eau......................	Pas de digestion.

Expérience du 6 juillet. — Mêmes conditions.

		Après 18 heures.
1.	2^{cm^3} suc panc. + 8 gouttes azot. baryum sol. sat....	Digestion presque complète.
2.	» + » azot. calcium sol. sat....	Digestion presque complète.
3.	» + » azot. magnésium sol. sat.	Digestion presque complète.
4.	» + » azot. ammonium sol. sat.	Pas de digestion.
5.	» + » sulfat. ammonium sol. sat.	Pas de digestion.
6.	» + » eau	Pas de digestion.

Expérience du 4 juillet. — Les cubes sont plongés dans une solution de rouge de Magdala. Mêmes conditions d'expériences.

		Après 18 heures.
1.	2^{cm^3} suc panc. + 8 gouttes azot. baryum sol. sat....	Digestion presque complète.
2.	» + » sulf. ammonium sol. sat.	Pas de digestion.
3.	» + » eau	Pas de digestion.

D'autre part, les mêmes mélanges de suc pancréatique et d'électrolyte n'agissent pas sensiblement pendant le même temps, sur des cubes d'albumine comparables, mais non colorés.

J'ai étudié l'influence des colloïdes suivants : bleu de toluidine, rouge de Magdala, violet de méthyle, bleu de méthyle, bleu d'aniline, rouge Congo. Le bleu de toluidine et le rouge de Magdala se sont montrés particulièrement actifs.

Il convient de remarquer que la quantité de colloïde fixée sur l'albumine est extrêmement faible. Des comparaisons jusqu'ici effectuées il résulte que les cubes d'albumine colorés au bleu de toluïdine ne contenaient pas plus de $0^{mg},012$ de cette substance, c'est-à-dire le $\frac{1}{20000}$ de leur poids.

En résumé, un suc pancréatique inactif devient, après addition de certains électrolytes, capable de digérer l'albumine imprégnée d'un colloïde convenable. L'addition de l'électrolyte au suc pancréatique et le traitement préalable de l'albumine par le colloïde paraissent être les conditions nécessaires et suffisantes de la digestion.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la maltase du suc pancréatique de sécrétine.* Note de MM. **H. Bierry** et **E.-F. Terroine**, présentée par M. Dastre.

Tandis que les auteurs sont d'accord pour reconnaître dans les macérations pancréatiques la présence de la maltase, les traités les plus récents indiquent que le suc lui-même ne contient que de l'amylase. En effet, si l'on recueille chez le chien, par fistule du canal de Wirsung et injection de sécrétine, du suc pancréatique et qu'on en mette en présence d'une solution de maltose on ne constate aucune hydrolyse au bout de 5, 10 heures et même plus à l'étuve à 38°, tandis que dans les mêmes conditions la saccharification de l'amidon est considérable.

D'une part, les macérations d'organes contiennent toujours un peu de sang, lequel contient de la maltase, d'autre part, le suc pancréatique de sécrétine est alcalin aux réactifs colorants (tournesol, phénol-phtaléine, lacmoïde, acide rosolique) et se montre par les méthodes électrométriques correspondant à une solution de KOH à $\frac{n}{10000}$, ainsi qu'il ressort des recherches de M. Foà.

La maltase était-elle due à la présence du sang, ou bien existant réellement dans le suc son action était-elle entravée par l'alcalinité?

Or les macérations de pancréas d'animaux saignés à blanc et lavés par la veine cave à l'eau physiologique contiennent encore de la maltase. Restait la seconde hypothèse. L'expérience est venue la confirmer pleinement : le suc pancréatique amené à la neutralité ou à une très légère acidité au tournesol à l'aide d'acide acétique (acidité entre $\frac{n}{10000}$ et $\frac{n}{100000}$ en HCl), détermine assez rapidement la transformation du maltose en glucose.

Expérience :

I.	5^{cm^3}	suc pancréatique	+ 30^{cm^3} de solution de maltose à 3 pour 100 sans eau distillée, très légèrement acide au tournesol (acide acétique).
II.	5^{cm^3}	»	+ 30^{cm^3} bouilli et amené après refroidissement à la même acidité (acide acétique).
III.	5^{cm^3}	»	+ 30^{cm^3} solution de maltose dans eau distillée.

Les trois flacons sont laissés 4 heures à l'étuve à 38°.

Les liqueurs sont ensuite traitées par le nitrate mercurique, examinées au polarimètre et additionnées de phénylhydrazine. (La méthode polarimétrique et l'examen des osazones permettent d'affirmer la transformation de $\frac{1}{10}$ au moins du maltose primitif.)

L'hydrolyse du maltose est manifeste dans I et dans I seulement.

Nous avons essayé l'action de quantités croissantes de suc pancréatique non acidifié : 2^{g} de maltose dissous dans 50^{cm^3} d'eau distillée et additionnés de toluène sont mis à l'étuve à 38°, avec 5^{cm^3}, 10^{cm^3}, 15^{cm^3} et 20^{cm^3} de suc pancréatique normal. Au bout de 10 heures aucun dédoublement. Au bout de 20 heures on constate la présence de glucose seulement dans les flacons contenant 15^{cm^3} et 20^{cm^3} de suc pancréatique.

Il était intéressant de voir l'action du suc pancréatique acidifié et non acidifié à dose faible sur l'amidon.

Expérience :

I. 3^{cm^3} suc pancréatique + 100^{cm^3} d'empois d'amidon à 2 pour 100.
II. 3^{cm^3} » + 100^{cm^3} d'empois d'amidon à 2 pour 100, légèrement acidifié à l'acide acétique.

Au bout de 3 heures, à l'étuve à 38°, la transformation de l'amidon en glucose était presque complète dans II; on ne constatait pas trace de glucose dans I.

Ainsi, tandis que des doses relativement fortes de suc pancréatique normal sont incapables de dédoubler le maltose en 20 heures, des doses relativement faibles de suc légèrement acidulé par l'acide acétique déterminent rapidement l'hydrolyse. Dans les mêmes conditions d'acidité, la transformation de l'amidon en glucose se fait très vite.

BACTÉRIOLOGIE. — *De la décomposition des albuminoïdes par les* Cladothrix (*Actinomyces*). Note de M. E. **Macé**.

Dans le sérum sanguin liquide, le *Cladothrix chromogenes* (alias *Actinomyces chromogenes*) se développe bien, brunissant fortement le milieu et produisant cette odeur spéciale à plusieurs des espèces du même type, intermédiaire entre l'odeur de terreau et l'odeur de moisi, que j'ai signalée ici même il y a longtemps [*Sur les caractères de cultures des* Cladothrix (*Comptes rendus,* 4 juin 1888)].

Après plusieurs mois, le milieu est devenu bien plus fluide, ne prend plus en gelée par la chaleur, mais donne simplement, par l'ébullition, un léger précipité floconneux.

Ce liquide contient de l'ammoniaque, des propeptones, pas d'indol. Il montre un dépôt blanchâtre, cristallin, abondant, qui, par agitation lui donne un aspect pailleté, miroitant.

Les petits cristaux sont surtout de la tyrosine en longues aiguilles isolées et principalement en pinceaux simples ou composés, puis des sphérocristaux de leucine et enfin, en moins grand nombre, des prismes rectangulaires minces, aplatis, de glycocolle.

Cette espèce, très abondante dans la terre arable, apparaît comme un des facteurs puissants de la transformation des matières albuminoïdes et, vraisemblablement, de la production des composés ulmiques.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains tertiaires de l'Ouennougha et de la Medjana (Algérie).* Note de MM. **E. Ficheur** et **J. Savornin**, présentée par M. Michel Lévy.

La chaîne de l'Ouennougha constitue, à 50^{km} environ au Sud du Djurjura, une ligne orographique de premier ordre, limitant au Sud la dépression d'Aumale à Mansourah, et bordant la partie Nord-Ouest du bassin du Hodna. Le relief en est formé par une succession de larges croupes arrondies ou de sommets faiblement découpés, presque totalement dénudés.

La structure d'une partie de cette chaîne a été récemment précisée par l'un de nous (1), qui a fait ressortir l'influence des noyaux jurassiques et crétaciques, résultant de l'arasement des plis anté-tertiaires, sur la tectonique complexe des principaux massifs.

Dans toute la partie occidentale, du Djebel Dira (Aumale) au Djebel Taguedit et Djebel Ahlala, les sommets culminants sont formés de puissantes assises de grès quartzeux, surmontant des argiles schisteuses, parfois de teinte violacée, à petits lits de grès et quartzites feuilletés, dont l'ensemble est rapporté à l'un des étages de l'Éocène supérieur, désigné par l'un de nous sous le nom de *Medjanien* (2).

Ces assises éocènes, souvent réduites à leur partie inférieure, s'étendent vers l'Est jusqu'au Djebel Ben-Zid et se prolongent avec de larges inter-

(1) Savornin, *Esquisse orogénique des chaînons de l'Atlas au Nord-Ouest du Chott-el-Hodna* (*Comptes rendus*, 16 janv. 1905).

(2) Ficheur, *Notice géologique sur la Kabylie* (1892) et *Publications ultérieures*.

ruptions, par le Djebel Mzita dans les monts de la Medjana. Mais elles paraissent avoir pour limites, au Sud, les massifs culminants du Choukchott et du Djebel Mansourah, dont les grès appartiennent à une formation postérieure.

Les études récentes faites par l'un de nous, et dont les résultats ont été contrôlés dans des courses communes, ont conduit à rapporter les grès du Choukchott et du Mansourah au Miocène inférieur qui se présente ici avec un facies spécial à cette région, et avec des caractères lithologiques que les précédents observateurs n'avaient pas hésité, en l'absence de fossiles, à rattacher à l'Éocène supérieur.

Il convient de rappeler que le Miocène cartennien était connu dans la région par quelques lambeaux espacés, fossilifères, paraissant indépendants des assises de grès quartzeux qui forment les masses montagneuses. L'extension reconnue de l'horizon fossilifère de cet étage sur le versant Sud de la chaîne, avec un développement de près de 80^{km}, est venue apporter un élément précis de détermination.

Les assises de la base du *Cartennien* sont très variables suivant les points; elles peuvent se remplacer mutuellement, ou même faire défaut, par suite d'une légère transgression des assises supérieures qui les surmontent toujours en parfaite concordance. Ce sont tantôt des dépôts littoraux, poudingues à ciment calcaire, avec perforations de lithodomes sur les roches crétaciques du substratum; tantôt des calcaires à lithothamnium, avec pectinidés et ostracées; parfois des calcaires à échinides (Clypéastres) qui offrent une remarquable similitude d'aspect avec les roches du Turonien et du Sénonien. Ce facies subrécifal à échinides, que l'on retrouve sur bien des points de la zone miocène de la chaîne du Hodna (Bou-Thaleb), et du Djebel Touggour de Batna, est très localisé et se trouve généralement remplacé ou surmonté par un horizon de grès calcarifères, souvent tachetés de glauconie, qui constitue le niveau le plus constant et le plus caractéristique du Cartennien [1] avec de nombreux fossiles, notamment des pectinidés : *Pecten numidus, P. Vindascinus, P. Pomeli, P. Burdigalensis,* etc.

Au-dessus se développe une puissante série d'assises, alternativement formées d'argiles et de grès; les argiles sont à peine feuilletées, grises, noires ou verdâtres, avec plaquettes gréseuses, renfermant à la base quelques fossiles, parmi lesquels nous avons recueilli *Clypeaster crassicostatus* Pomel. Les grès sont distribués en grandes barres parallèles, échelonnées en gradins réguliers; la puissance totale de l'assise peut atteindre 400^{m} à 500^{m}.

---

(1) SAVORNIN, *Structure du Djebel Madhid et du Talemtaga* (*B. S. g. de France,* 1904, p. 144).

Les grès sont quartzeux, jaunâtres, à surface souvent impressionnée de lignes sinueuses et fréquemment couverte d'une patine noirâtre; ils sont distribués en gros bancs dont les blocs éboulés ont un aspect uniforme.

L'allure de ces assises est régulière sur le versant Sud de la chaîne, tandis que, sur les pentes inférieures du versant Nord, les bancs sont disloqués, enfaillés et même refoulés sous le Sénonien.

Le Cartennien ainsi constitué s'étend sur 60^{km} environ de l'Ouest à l'Est, avec une largeur d'une dizaine de kilomètres, occupant les massifs culminants signalés, tandis qu'en dehors de ces montagnes l'étage n'est plus représenté que par l'assise inférieure.

Il semble bien, ainsi que l'un de nous l'a fait remarquer (¹), que cette série d'assises du Cartennien, d'épaisseur inusitée, corresponde à un dépôt formé dans un géosynclinal en voie d'affaissement continu, qui s'est produit sur l'emplacement des dômes crétaciques à noyau jurassique.

Les deux divisions caractéristiques de l'Éocène du Titteri comprenant : 1° les argiles et calcaires à silex de l'Éocène inférieur; 2° les argiles et grès calcarifères à *Ostrea bogharensis*, se trouvent représentées par des zones démantelées, parfois jusqu'à complète disparition, avant le dépôt du Medjanien. Ces couches à *Ostrea bogharensis*, avec nummulites lisses du groupe de *N. planulata*, s'étendent vers l'Est, au voisinage d'El-Achir, à 7^{km} ou 8^{km} seulement au Sud des affleurements de grès calcaires, calcaires-brèches et petits poudingues de la base de l'Éocène moyen qui présente ici, au Drâ-Dilmi, près de Bordj-Medjana, le facies du Lutécien inférieur du Djurjura (étage infra-nummulitique). La proximité de ces assises de facies bien différents ne permet guère de les placer sur le même horizon et laisse douteuse l'attribution à l'Éocène moyen des couches à *Ostrea bogharensis* du Titteri (²).

Enfin, des îlots très espacés de conglomérats aquitaniens, à débris de grès medjaniens, passant sous le Cartennien, viennent confirmer l'attribution stratigraphique et témoigner encore de l'intensité des érosions anté-miocènes dans cette région qui constitue, ainsi que nous l'avons montré, un point de rebroussement des grandes directions de plissement de l'Atlas.

(¹) SAVORNIN, *Esquisse orogénique*, etc.

(²) PERVINQUIÈRE, *L'Éocène en Tunisie et en Algérie* (*Bull. de la Soc. géol. de France*, 1902).

PÉTROGRAPHIE. — *L'origine de la* protogine *de Corse.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. A. Lacroix.

Dans sa carte géologique de Corse à l'échelle de $\frac{1}{320000}$, M. Nentien a noté sous la rubrique *protogine* une longue bande de terrains bordant la limite entre la Corse éruptive et la Corse sédimentaire, parties si nettement différentes l'une de l'autre. Il a considéré cette bande comme appartenant à une même série éruptive, « d'un âge spécial, probablement plus récent que celui des autres roches éruptives anciennes ».

M. Nentien a très bien indiqué le caractère spécial de ces roches ainsi que leur extension. Il y reconnaît un type tendant à la gneissicité, très clastique, et où parfois la *structure en mortier* est nette; il ajoute que la structure est tantôt plus voisine de celle de la granulite, tantôt de celle du granite.

Ces roches sont remarquablement localisées dans une bande allongée, de 90^{km} environ d'étendue, de la région des Ægriates à l'extrémité sud de l'arête des montagnes de Verde; sa largeur est très variable. Nous ferons remarquer qu'*elle jalonne exactement* la bordure de la région sédimentaire extrêmement plissée. J'ai eu cette année l'occasion de relever de nombreuses coupes à travers cette bande qui constitue une partie des plus hauts sommets de l'île et j'ai pu arriver aux considérations suivantes.

Si l'on remonte une des vallées transversales qui vont de la côte occidentale à l'arête centrale des grands sommets, par exemple de l'embouchure de la Liscia au mont d'Oro, on traverse constamment de grands massifs de roches anciennes très intéressants comme variétés pétrographiques, mais d'allure parfaitement tranquille. Or, en se rapprochant de la ligne de faîte centrale, on est frappé de voir les roches éruptives, quelles qu'elles soient, prendre fréquemment un aspect légèrement bréchoïde disloqué, qui augmente de plus en plus vers l'est, de sorte qu'au voisinage de la région sédimentaire plissée, les roches granitiques anciennes sont broyées, laminées, au point de prendre un aspect finement schisteux, tel qu'à l'œil nu tous les types paraissent ne plus appartenir qu'à une même variété. Il y a là en réalité des types fort différents dont j'aurai l'occasion de faire ultérieurement une étude plus détaillée.

C'est par degrés insensibles que cet écrasement des roches se manifeste; au début, c'est-à-dire à l'Ouest, il n'est pas visible à l'œil nu et ne se montre qu'au microscope : les feldspaths sont alors brisés et ressoudés par de petits fragments bréchoïdes. Puis

cette structure bréchoïde devient visible à l'œil nu; enfin, tout à fait au voisinage de la région sédimentaire, l'écrasement est complet; le quartz fragmenté, concassé, montre des extinctions roulantes, les feldspaths sont complètement broyés; les micas très souvent chloritisés sont allongés dans la pâte bréchoïde. J'ai pu observer ainsi toute une série d'échantillons montrant l'écrasement progressif depuis le granite normal jusqu'au granite complètement broyé et laminé. La montée du col d'Acceia dans le Sbout Kruzzini entre les massifs du mont d'Oro et du mont Rotondo en fournit une excellente série.

La roche éruptive, aux points où elle atteint son maximum de déformation, c'est-à-dire au voisinage de la zone sédimentaire plissée orientale, est non pas plissée elle-même mais composée de véritables écaillements, excessivement nombreux, véritables petits charriages et que nous ne saurions comparer mieux qu'aux brèches de friction décrites dans le granite de Moiné-Mendia (Basses-Pyrénées) par M. Termier.

Dans cette zone d'écrasement, tous les filons sont rompus par endroits, décrochés. Souvent ils disparaissent entièrement étirés; des diorites incluses en massifs ont pris par endroits l'allure de schistes amphiboliques pourvus au microscope d'un facies clastique remarquable.

Dans la région septentrionale de Corse, M. Maury a récemment indiqué dans la *protogine* de la chaîne du Tenda des effets tectoniques considérables; ce fait est très intéressant, car il vient à l'appui de notre façon de voir, cette région étant le prolongement de la grande bande protoginique centrale et ayant été exposée aux mêmes efforts de refoulement.

Nous conclurons de la manière suivante : *la protogine de Corse, localisée au contact de la région sédimentaire extraordinairement plissée et de la région éruptive occidentale, ne forme pas une venue éruptive spéciale, mais n'est autre chose qu'un ensemble de roches anciennes identiques aux différents types éruptifs de l'île (granites, granulites, etc.) formant une bande broyée et laminée au contact de la région plissée.* Ces faits sont d'autant plus nets que, comme nous l'avons déjà dit, on voit les roches déformées passer au type normal par toutes les transitions possibles.

Le mécanisme de ce phénomène d'écrasement et de laminage de la bordure du grand massif éruptif ancien paraît dès lors bien peu difficile à expliquer. L'intensité des refoulements contre le massif éruptif qui forme la plus grande partie de la Corse et qui a selon nous amené certainement sur lui la translation de puissantes masses de charriage a agi par son énergie sur ce massif résistant lui-même. La masse homogène des roches éruptives, peu susceptible de se plisser, s'est brisée, broyée, laminée sur une épaisseur assez considérable sous l'influence de la masse sédimentaire refoulée sur elle; cette dernière a joué là un véritable rôle de masse active écrasante sur la masse éruptive passive. On comprend dès lors que l'on voie ce

broyage diminuer d'intensité et les roches éruptives reprendre peu à peu leur facies normal à mesure que l'on s'éloigne de la région sédimentaire plissée.

L'extension de ces phénomènes a été considérable, puisqu'ils se sont produits sur toute la longueur de la zone de contact de la région éruptive et de la région sédimentaire refoulée contre et probablement aussi sur elle [1].

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Vérification des altitudes barométriques par la visée directe des ballons-sondes.* Note de M. **L. Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

La détermination d'un certain nombre de trajectoires de ballons-sondes a été faite par visées de théodolite à l'Observatoire de Trappes en se servant de la base organisée pour l'étude des nuages. Ces visées offrent un grand intérêt comme fournissant de très bonnes mesures des courants aériens et permettant la détermination précise de l'altitude des ballons; mais elle exige un ciel peu nuageux et ne peut guère être employée que pour des lancers de jour. C'est ce qui explique que, de juin 1895 à juin 1897, nous ayons seulement 60 ascensions avec visées, tandis que nous avons lancé plus de mille ballons-sondes, presque tous pendant la nuit, pour éviter les erreurs dues à l'insolation.

Le premier problème que je me suis proposé d'étudier, c'est la concordance entre les altitudes calculées par le baromètre et celles qui sont déterminées par triangulations et qui sont évidemment plus sûres.

Le Tableau suivant montre le degré de concordance obtenu pour les altitudes maxima des ballons. On y a fait figurer aussi les nombres donnés par le baromètre et les visées à quelques milliers de mètres au-dessous du point de culmination du ballon.

---

(1) Certaines observations récentes montrent surabondamment quelle a été l'intensité des phénomènes de plissements. Ainsi, je rappellerai que M. E. Maury a signalé récemment, près de Moltifao, un pli synclinal renversé occupé par l'Eocène sur leque chevauche la granulite.

	Différence V — B.	Altitude maxima. V. Altitude par visées.	B. Altitude barométrique : Montée.	Différence V — *m*.	Altitude maxima. V. Altitude par visées.	*m*. Altitude barométrique : Montée.	*d*. Descente.	
7 avril 1898.....	— 50	7300	7250	»	»	»	»	»
2 juin 1899.....	—200	14240	14040	— 400	10000	9600	»	»
29 juillet 1899....	—440	14800	14360	— 130	10000	9870	10220	»
21 octobre 1899..	— 60	8860	8800	—1000	4000	3000	4880	»
26 octobre 1899..	—130	14000	13870	— 80	10000	9920	»	»
21 avril 1900.....	+160	12600	12760	»	8000	8300	»	»
12 mai 1900......	—150	5480	5330	»	»	»	»	»
18 juin 1900.....	—120	12580	12460	»	8000	8400	»	»
21 février 1902...	—160	12140	11980	— 260	8500	8240	»	»
19 mars 1902....	—280	13780	13500	— 300	11000	10700	10900	120
18 février 1903...	—180	13040	12860	— 900	9000	8100	»	»
31 août 1903.....	+150	16000	16150	+ 100	12000	12100	»	»

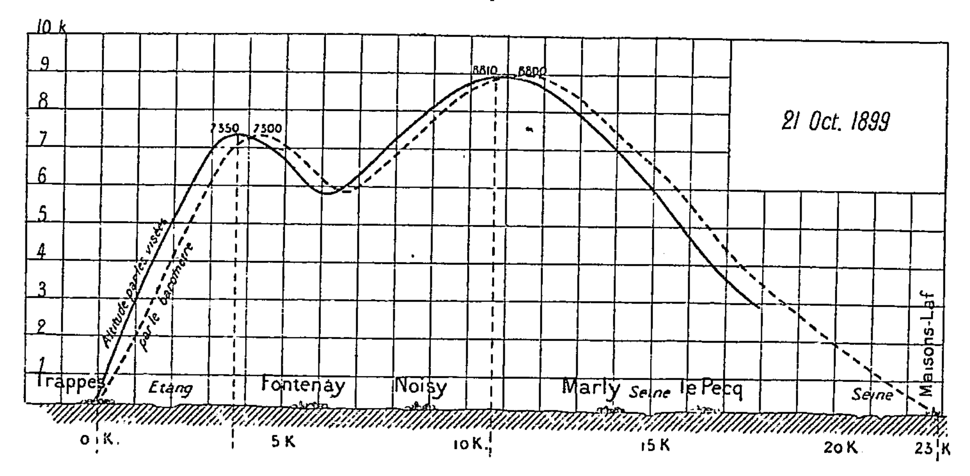
Comme on le voit, la concordance des deux déterminations est d'environ $\frac{1}{50}$ de l'altitude totale.

Les différences observées peuvent être attribuées à deux ordres de causes : 1° les imperfections de l'organe barométrique; 2° les différences entre la décroissance réelle de la pression et celle qui résulte de la formule barométrique (gradient vertical). Dans l'état actuel de nos instruments, les différences dues à la seconde cause ne peuvent être décelées par les ballons-sondes que dans des cas exceptionnels.

L'étude des écarts entre les hauteurs barométriques et trigonométriques (par triangulation) nous permet de discerner quelques-unes des causes de l'imperfection des instruments. Bon nombre de baromètres présentent un retard dans les indications qui vient de l'élasticité imparfaite de la boîte métallique formant baromètre. Ce retard conduit à trouver des altitudes trop faibles à la montée et trop fortes à la descente, tandis que l'altitude au point maximum, qui est atteinte après une période où le ballon monte très lentement, est assez voisine de celle qu'on obtient par les visées, le baromètre ayant eu le temps de se mettre en équilibre.

La trajectoire du ballon du 21 octobre 1899, que nous reproduisons ici, montre clairement l'effet de l'inertie. A cause de la forme même de la courbe, il y a quatre points où les altitudes par visées sont les mêmes que par le baromètre.

A côté de ces résultats, qui seraient assez satisfaisants dans la pratique, certaines coquilles barométriques, qui ne diffèrent en rien en apparence des autres, donnent des hauteurs qui s'écartent de plus en plus de celles qui sont déterminées directement, en sorte que l'erreur d'altitude croît avec la hauteur. Il semble que ces derniers instruments sont influencés par l'abaissement de température auquel le baromètre est soumis.



Maintenant que les grands traits de la Météorologie de l'atmosphère libre sont connus et qu'on commence à aborder l'étude des détails, il devient absolument nécessaire d'employer des instruments plus rigoureux; l'étalonnage sous la machine pneumatique qui est pratiqué avant et après l'ascension ne suffit pas, mais il faut déterminer la bonne marche des coquilles dans les conditions mêmes où elles se trouvent pendant les ascensions; nous indiquerons ultérieurement ce qui peut être fait pratiquement pour cela.

PHYSIQUE DU GLOBE. — MM. **Kilian** et **Paulin** adressent, de Grenoble, à la date du 10 juillet, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré, hier, $10^h 5^m$ matin, secousse sismique, direction Nord-Sud.

M. **P. Hachet-Souplet** adresse une Note sur *Un nouveau procédé expérimental en Psychologie zoologique.*

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie.)

M. **Joan R. Finga** adresse une Note, en langue roumaine, *Sur l'Aérostation*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et quart.

M. B.

ERRATA.

(Tome CXL, séance du 26 juin 1905.)

Note de M. *Ernest Solvay*, Sur le problème dit du *travail statique* : démarrage; considérations générales :

Page 1722, dernière ligne, *lisez*

$$(\mathrm{A})\, m v_0 \theta = m\theta . v_0 = m\theta . g\theta = \begin{cases} (\mathrm{B}_1)\,\mathrm{M}.g\theta = \mathrm{M} v_0 = (\mathrm{B}_2)\,\mathrm{M} v_u . \theta. \\ (\mathrm{C})\,\mathrm{M}g . \theta = \mathrm{P}.\theta. \end{cases}$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUILLET 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelle méthode pour la détermination directe de la réfraction à toutes les hauteurs.* Note de M. LŒWY.

J'ai signalé antérieurement à l'Académie les grandes difficultés que présentent les méthodes ordinaires pour la détermination de la réfraction dont l'influence est si considérable dans toutes les mesures astronomiques. Dans ces méthodes, d'une nature très complexe, on est obligé d'accumuler des observations pendant des années et d'évaluer en même temps les effets multiples des éléments si nombreux qui interviennent dans les études exécutées à l'aide des instruments méridiens ou au moyen d'autres instruments analogues. Le résultat ainsi obtenu peut donc se trouver altéré par les sources d'inexactitudes les plus diverses.

En 1886, j'ai indiqué deux méthodes qui permettent déjà d'échapper en grande partie à ces inconvénients multiples. Elles reposent toutes les deux sur la comparaison des distances stellaires à l'aide d'un compas spécial, dont l'ouverture reste constante, et qui est constitué par deux miroirs taillés dans un même bloc de verre de forme prismatique. A l'aide de cet appareil optique installé devant l'objectif d'un équatorial, on peut déterminer la distance entre deux étoiles, quelle que soit sa grandeur, avec la même précision que les petits intervalles évalués à l'aide des procédés micrométriques les plus perfectionnés. Ces méthodes sont affranchies de toute erreur instrumentale, de la précession, de la nutation, de la variation de latitude, etc., et des petits mouvements accidentels du prisme lui-même qui peuvent se manifester pendant le déplacement de la lunette.

Le premier procédé fait connaître avec beaucoup d'exactitude la con-

stante de la réfraction, c'est-à-dire la déviation des rayons lumineux traversant l'atmosphère terrestre à 45° de hauteur. Mais ici, comme dans les méthodes ordinaires, pour connaître dans d'autres distances zénithales la grandeur de cette déviation qui, près de l'horizon, peut atteindre 34', il faut avoir, *a priori*, supposé connue la loi suivant laquelle la réfraction varie avec la hauteur, loi qui repose sur une base en partie hypothétique.

A cette époque également, j'ai indiqué un second procédé pour déterminer directement la réfraction à diverses hauteurs. Il a été montré qu'en effectuant des mesures conjuguées sur des couples d'astres dont les coordonnées doivent remplir certaines conditions géométriques, on arrive à évaluer l'effet du phénomène à une hauteur qui dépend de l'angle du prisme. C'est ainsi qu'avec un prisme à 45° on parvient à évaluer la réfraction à 26°32' de distance zénithale; de même, à l'aide de deux surfaces réfléchissantes dont l'inclinaison relative serait de 60°, on aurait la faculté d'obtenir la grandeur de cet élément à 46° de hauteur. On aperçoit tout de suite au point de vue de la pratique le côté faible de la méthode. Il faudrait employer autant de prismes à angles différents qu'il y a de distances zénithales pour lesquelles on désire obtenir la grandeur de la réfraction.

Pour remédier à ces imperfections, on a alors fait connaître quelques procédés spéciaux. Toutefois les solutions ainsi proposées faute de mieux ne fournissent pas la valeur des diverses réfractions dans des conditions géométriques très avantageuses : le coefficient de ces grandeurs cherchées est sensiblement plus faible que l'unité. Dès lors, pour réaliser une exactitude suffisante, il faudrait effectuer de trop nombreuses expériences.

Je viens aujourd'hui fournir la solution complète du problème à l'aide d'une nouvelle méthode qui sera développée plus loin. On peut, tout en utilisant un seul prisme, mesurer les réfractions à toutes les distances zénithales avec un degré d'exactitude très élevé; il convient, pour des raisons théoriques et pratiques, de choisir un prisme dont les deux surfaces réfléchissantes soient inclinées à 45° l'une sur l'autre, angle qui offre le grand avantage de pouvoir faire servir cet appareil à d'autres études similaires, par exemple, celle de l'aberration. Avant de procéder à l'exposé détaillé de la méthode, il me semble opportun d'en esquisser en quelques mots le principe général.

Nous savons que la réfraction dévie toujours les rayons lumineux dans un grand cercle passant par le zénith et l'astre, et fait paraître cet astre à une hauteur plus grande que celle à laquelle il se trouve au-dessus de l'horizon. Par suite, lorsqu'on considère l'arc qui relie deux astres dans l'espace,

on constate aisément que cette distance se trouve toujours diminuée par l'action de la réfraction. Toutefois ce phénomène agit très différemment selon la position qu'occupe le zénith par rapport aux deux astres. Ainsi, par exemple, si le cercle vertical de l'un d'eux est perpendiculaire sur l'arc, l'action de la réfraction, quelque notable qu'elle soit dans le sens de la hauteur, reste insensible sur l'arc, tandis que, au contraire, si le zénith se trouve compris dans le grand cercle qui contient les deux astres, leur distance se trouve diminuée de tout l'effet de la déviation du rayon lumineux de l'astre en question. Ainsi la réfraction correspondant à une certaine distance zénithale n'altère pas, dans le premier cas, la distance entre les deux astres et, dans le second cas, la modifie avec tout son effet. En choisissant, par conséquent, un couple d'étoiles dont la situation réalise certaines conditions géométriques et en observant la variation de l'arc à certaines époques, on entrevoit la possibilité d'évaluer la réfraction à des hauteurs déterminées.

Pour atteindre ce but, il y a trois séries d'observations à effectuer.

La première est destinée à l'évaluation de la réfraction qui correspond à la valeur spéciale de l'angle du prisme, d'après une méthode exposée antérieurement et qui sera rappelée brièvement ici.

La seconde série, fondée sur la nouvelle méthode, est consacrée à fournir *ad libitum* la valeur de la réfraction correspondant à l'une des distances zénithales comprises entre 45° et 48°.

Étant en possession de ces deux valeurs fondamentales, on procédera, ensuite, à la troisième série d'opérations ayant pour objet la mesure des réfractions relatives aux diverses autres distances zénithales.

A l'aide de l'ensemble de ces travaux, on aura la faculté de construire des Tables de réfraction fondées sur les observations et indépendantes de lois hypothétiques et de vérifier, en même temps, dans quelles limites les prémisses sur lesquelles reposent les lois actuellement admises pour la réfraction sont en accord avec la réalité.

Dans le triangle qui relie sur la voûte céleste le zénith et deux astres, désignons par Z la position du zénith, Δ la distance entre les deux étoiles, $z_{,}$ et $z_{,,}$ leurs distances zénithales respectives, p_1 l'angle entre $z_{,}$ et Δ, p_2 l'angle entre $z_{,,}$ et Δ, p_3 l'angle entre $z_{,,}$ et $z_{,}$, $dz_{,}$ l'effet de la réfraction dans le vertical de l'étoile $\star_1$, $dz_{,,}$ l'effet de la réfraction dans le vertical de l'étoile $\star_2$, $d\Delta$ l'effet de la réfraction sur Δ, γ la vraie distance non affectée de la réfraction entre les images des deux étoiles dans le champ de la lunette, $l_{,}$ et $l_{,,}$ les mesures de la distance des deux images, à deux époques

différentes, α l'angle compris entre les deux surfaces du prisme, angle très peu différent de $\frac{\Delta}{2}$. On aura alors $d\Delta = \cos p_1\, dz_{,} + \cos p_2\, dz_{,,}$,

$$\cos p_1 = \frac{\cos z_{,,} - \cos z_{,} \cos \Delta}{\sin z_{,} \sin \Delta}, \qquad \cos p_2 = \frac{\cos z_{,} - \cos z_{,,} \cos \Delta}{\sin z_{,,} \sin \Delta},$$

et lorsque les deux distances zénithales ont la même valeur z

$$d\Delta = 2 \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} \cot z\, dz.$$

Avant d'aller plus loin, il convient de rappeler la méthode qui permet de déterminer directement la valeur de la réfraction correspondant à l'angle α des deux miroirs. En observant les deux astres à un moment quelconque, la mesure de l'intervalle de leurs images dans le champ du micromètre fournit la relation : $l_{,} = \gamma - \cos p_2\, dz_{,,} - \cos p_1\, dz_{,}$. On peut choisir les coordonnées des deux étoiles de telle manière qu'à l'époque conjuguée les deux distances zénithales soient égales à $z_{,}$; on a alors

$$l_{,,} = \gamma - 2 \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} \cot z_{,}\, dz_{,}.$$

La différence de ces deux expressions donne

$$l_{,,} - l_{,} = \cos p_2\, dz_{,,} + \left(\cos p_1 - 2 \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} \cot z_{,}\right) dz_{,}.$$

Dans le cas spécial où $\cos p_1 = 2 \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} \cot z_{,}$, l'équation précédente ne contient plus l'inconnue $dz_{,}$; elle devient $l_{,,} - l_{,} = \cos p_2\, dz_{,,}$ et conduit à la valeur de la réfraction relative à la distance zénithale $z_{,,}$.

On reconnaît immédiatement que la mesure de $dz_{,,}$ atteint le maximum de précision lorsque, à l'un des deux moments, les deux étoiles considérées sont comprises dans le même vertical. Dans cette occurrence, on a

$$p_1 = p_2 = 0, \qquad 1 = 2 \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} \cot z_{,} \qquad \text{et} \qquad l_{,,} - l_{,} = dz_{,,}.$$

En procédant ainsi pour tout angle donné α du prisme, on possède la faculté de déduire avec une haute exactitude la valeur absolue de la réfraction pour une certaine distance zénithale $z_{,,}$. La quantité $dz_{,,}$ est égale à la différence des deux mesures différencielles $l_{,,}$ et $l_{,}$ qui sont, d'une part, complètement indépendantes de toute erreur systématique et, d'autre

part, sont les plus précises qu'on puisse exécuter en Astronomie, lorsqu'elles sont effectuées sur de belles images stellaires. Les relations

$$\operatorname{tang} z_{,} = 2 \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} = 2 \operatorname{tang} \alpha, \qquad z_{,} + z_{,,} = \Delta, \qquad \operatorname{tang} z_{,,} = \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} \, \frac{1 - \cos \Delta}{2 - \cos \Delta}$$

font connaître la distance zénithale $z_{,,}$ pour laquelle on peut obtenir l'effet de la réfraction. Dans le Tableau, page 163, sont calculées, pour chaque angle du prisme, les deux distances zénithales correspondantes $z_{,}$ et $z_{,,}$.

Afin que les opérations puissent être effectuées conformément aux conditions exigées, il faut, ainsi qu'on vient de le voir, que les deux étoiles soient simultanément, à un moment, dans un même grand cercle aux distances $z_{,}$ et $z_{,,}$, connues à l'aide des formules précédentes ; et, à une seconde époque, à la même distance zénithale $z_{,}$. Les règles à suivre ont été déjà publiées antérieurement (1) ; malheureusement, par une confusion dans la copie, les développements imprimés se rapportent à un autre ordre d'idées. Les expressions ci-après, qui réalisent les conditions énoncées, doivent leur être substituées, ainsi que les Tables qui en découlent.

En conservant les notations indiquées plus haut, désignant en outre par : A, l'angle entre les deux distances zénithales $z_{,}$ à l'époque d'égale hauteur des deux étoiles $\star_1$ et $\star_2$; B, l'angle entre ces deux distances zénithales $z_{,}$ de l'étoile $\star_2$ aux deux époques conjuguées ; a_1, $\delta_{,}$, $\tau_{,}$, l'azimut, la déclinaison et l'angle horaire de l'étoile $\star_1$ au moment où les deux astres sont contenus dans le même cercle vertical ; a_2, $\delta_{,,}$, $\tau_{,,}$, les quantités analogues pour la seconde étoile $\star_2$; τ, l'intervalle entre les deux périodes d'observations ; φ, la latitude ; ρ, ψ, r_1, r_2, γ_1, γ_2, des quantités auxiliaires ; on aura

$$a_1 + a_2 = 180^\circ, \qquad \sin \frac{A}{2} = \frac{\sin \frac{\Delta}{2}}{\sin z_{,}}, \qquad \cos B = \operatorname{tang} \frac{\Delta}{2} \cot z_{,},$$

$$\cot \frac{z_{,} + z_{,,}}{2} \sin \frac{B}{2} = \rho \sin \psi, \qquad \cot \frac{z_{,} - z_{,,}}{2} \cos \frac{B}{2} = \rho \cos \psi,$$

$$\rho \sin \left(a_1 - 90 - \psi - \frac{A}{2} \right) = \operatorname{tang} \varphi.$$

Cette dernière équation fournit deux valeurs différant de 180° pour $a_1 - 90 - \varphi - \frac{A}{2}$. On obtient ainsi, à l'aide des deux valeurs de a_1 qui en

(1) *Comptes rendus*, t. CII, 1er semestre de 1886, p. 1198-1200.

résultent, deux solutions du problème. Posant ensuite

$$\cos a_1 \sin z_{\prime} = r_1 \sin\gamma_1, \qquad \cos a_1 \sin z_{\prime\prime} = r_2 \sin\gamma_2,$$
$$\cos z_{\prime} = r_1 \cos\gamma_1, \qquad \cos z_{\prime\prime} = r_2 \cos\gamma_2,$$

on en déduit successivement

$$\sin\delta_{\prime} = r_1 \sin(\varphi - \gamma_1), \qquad \sin\delta_{\prime\prime} = r_2 \sin(\varphi + \gamma_2),$$

$$\sin^2\frac{\tau_{\prime}}{2} = \frac{\sin\frac{z_{\prime}+\delta_{\prime}-\varphi}{2}\sin\frac{z_{\prime}+\varphi-\delta_{\prime}}{2}}{\cos\varphi\cos\delta_{\prime}} \quad \text{ou} \quad \cos\delta_{\prime}\sin\tau_{\prime} = \sin z_{\prime}\sin a_1,$$

$$\sin^2\frac{\tau_{\prime\prime}}{2} = \frac{\sin\frac{z_{\prime\prime}+\delta_{\prime\prime}-\varphi}{2}\sin\frac{z_{\prime\prime}+\varphi-\delta_{\prime\prime}}{2}}{\cos\varphi\cos\delta_{\prime\prime}} \quad \text{ou} \quad \cos\delta_{\prime\prime}\sin\tau_{\prime\prime} = \sin z_{\prime\prime}\sin a_2,$$

en considérant $\tau_{\prime}$ comme positif, $\tau = 2\tau_{\prime}$ ou $2(12 - \tau_{\prime})$ est l'intervalle des deux séries d'observations. Dans le Tableau suivant on trouvera calculées, pour les valeurs de α de 30° à 70°, d'abord $z_{\prime}$ et $z_{\prime\prime}$, et ensuite, relativement à la latitude de Paris et à l'équateur, les coordonnées du couple d'étoiles à choisir dans chaque cas particulier; on se rendra ainsi approximativement compte, pour chaque latitude, des conditions pratiques du travail.

Dans les méthodes précédemment indiquées, il fallait au moins recourir à un second prisme d'ouverture notable pour déterminer la réfraction à une distance zénithale plus grande que $\frac{\Delta}{2}$, élément qui donne la faculté de déduire l'action du phénomène à d'autres hauteurs. Je vais maintenant exposer la méthode qui permet d'atteindre ce but en employant le même prisme qui a déjà fourni la première valeur de la réfraction.

Pour résoudre le problème ainsi posé, il est nécessaire de recourir à la mesure de deux couples d'astres convenablement choisis. Au moyen de deux séries d'observations effectuées sur chacun d'eux, on arrivera, ainsi qu'on le verra, à la valeur de l'élément cherché avec un degré d'exactitude tout à fait supérieur. Appelons g la distance non entachée de la réfraction du second couple d'étoiles dans le champ de la lunette, $L_{\prime}$ et $L_{\prime\prime}$ les mesures micrométriques exécutées successivement sur les deux images à deux époques différentes. Comme précédemment, $z_{\prime\prime}$ serait la distance zénithale pour laquelle on se propose de déduire la grandeur de la réfraction.

Les séries de mesures devront alors être accomplies dans les circonstances suivantes. Il est facile de rencontrer de nombreuses étoiles dont les coordonnées permettront de procéder ainsi.

Latitude de Paris.

			Première solution.				Deuxième solution.			
α.	$z_{\prime}$.	$z_{\prime\prime}$.	$\delta_{\prime}$.	$\delta_{\prime\prime}$.	$\tau_{\prime}$.	$\tau_{\prime\prime}$.	$\delta_{\prime}$.	$\delta_{\prime\prime}$.	$\tau_{\prime}$.	$\tau_{\prime\prime}$.
				+	−	+	+		+	−
°	° ′	° ′	° ′	° ′	h m s	h m s	° ′	° ′	h m s	h m s
30...	49. 6,4	10.53,6	+ 9.24,1	55.14,7	2.20.10	0.57.33	80.36,0	+38. 0,6	9.39.50	0. 6.50
32...	51.20,1	12.39,9	+ 7.35,4	56. 2,4	2.25.31	1. 8.47	77.52,7	+36.18,0	9.34.29	0.10. 2
34...	53.27,1	14.32,9	+ 5.51,0	56.49,1	2.30.26	1.21.11	75.16,3	+34.30,0	9.29.34	0.13.34
36...	55.27,9	16.32,1	+ 4.10,6	57.33,5	2.34.58	1.34.48	72.46,0	+32.37,5	9.25. 2	0.17.27
38...	57.22,9	18.37,1	+ 2.33,7	58.14,6	2.39. 6	1.49.38	70.21,8	+30.40,7	9.20.54	0.21.46
40...	59.12,6	20.47,4	+ 1. 0,1	58.50,8	2.42.57	.2 5.37	68. 3,4	+28.40,1	9.17. 3	0.26.24
42...	60.57,4	23. 2,6	− 0.30,4	59.21,1	2.46.27	2.22.44	65.50,5	+26.36,3	9.13.33	0.31.19
44...	62.37,6	25.22,4	− 1.58,2	59.44,6	2.49.41	2.40.51	63.43,0	+24.29,5	9.10.19	0.36.30
46...	64.13,6	27.46,4	− 3.23,4	60. 0,1	2.52.38	2.59.54	61.40,6	+22.19,8	9. 7.22	0.41.50
48...	65.45,8	30.14,2	− 4.46,3	60. 6,4	2.55.23	3.19.36	59.42,6	+20. 7,9	9. 4.37	0.47.26
50...	67.14,4	32.45,6	− 6. 7,1	60. 3,1	2.57.53	3.39.51	57.48,9	+17.53,9	9. 2. 7	0.53.14
52...	68.39,7	35.20,3	− 7.26,1	59.49,7	3. 0. 8	4. 0.23	55.59,6	+15.37,7	8.59. 2	0.59. 6
54...	70. 2,1	37.57,9	− 8.43,3	59.25,4	3. 2.13	4.20.57	54.14,0	+13.20,1	8.57.47	1. 5.12
56...	71.21,8	40.38,2	− 9.58,9	58.50,0	3. 4.10	4.41.18	52.32,3	+11. 0,9	8.55.50	1.11.26
58...	72.39,0	43.21,0	−11.13,1	58. 4,7	3. 5.54	5. 1.17	50.53,6	+ 8.40,4	8.54. 6	1.17.44
60...	73.53,9	46. 6,1	−12.26,2	57. 8,8	3. 7.30	5.20.41	49.18,2	+ 6.18,6	8.52.30	1.24.11
62...	75. 6,7	48.53,3	−13.38,1	56. 3,0	3. 8.55	5.39.23	47.46,2	+ 3.55,8	8.51. 5	1.30.44
64...	76.17,7	51.42,3	−14.49,0	54.48,2	3.10.15	5.57.19	46.16,0	+ 1.32,4	8.49.45	1.37.26
66...	77.27,0	54.33,0	−15.59,1	53.24,9	3.11.25	6.14.20	44.49,3	− 0.52,1	8.48.35	1.44. 9
68...	78.34,8	57.25,2	−17. 8,5	51.53,7	3.12.30	6.30.30	43.24,0	− 3.16,7	8.47.30	1.51. 4
70...	79.41,2	60.18,8	−18.17,3	50.15,4	3.13.28	6.45.49	42. 0,7	− 5.41,4	8.46.32	1.58. 9

Équateur.

			−	−	+	+	+	+	+	+
°	° ′	° ′	° ′	° ′	h m s	h m s	° ′	° ′	h m s	h m s
30...	49. 6,4	10.53,6	45. 0,0	10.10,5	1.28.50	0.15.36	45. 0,0	10.10,5	1.28.50	0.15.36
32...	51.20,1	12.39,9	47.15,9	11.54,1	1.31.55	0.17.28	47.15,9	11.54,1	1.31.55	0.17.28
34...	53.27,1	14.32,9	49.26,3	13.44,5	1.34.44	0.19.20	49.26,3	13.44,5	1.34.44	0.19.20
36...	55.27,9	16.32,1	51.31,6	15.41,6	1.37.18	0.21. 6	51.31,6	15.41,6	1.37.18	0.21. 6
38...	57.22,9	18.37,1	53.32,1	17.44,9	1.39.39	0.22.50	53.32,1	17.44,9	1.39.39	0.22.50
40...	59.12,6	20.47,4	55.28,2	19.54,1	1.41.45	0.24.34	55.28,2	19.54,1	1.41.45	0.24.34
42...	60.57,4	23. 2,6	57.20,0	22. 8,5	1.43.40	0.26.12	57.20,0	22. 8,5	1.43.40	0.26.12
44...	62.37,6	25.22,4	59. 7,6	24.28,0	1.45.26	0.27.44	59. 7,6	24.28,0	1.45.26	0.27.44
46...	64.13,6	27.46,4	60.51,6	26.52,2	1.47. 1	0.29.14	60.51,6	26.52,2	1.47. 1	0.29.14
48...	65.45,8	30.14,2	62.32,0	29.20,4	1.48.30	0.30.38	62.32,0	29.20,4	1.48.30	0.30.38
50...	67.14,4	32.45,6	64. 9,2	31.52,7	1.49.48	0.31.54	64. 9,2	31.52,7	1.49.48	0.31.54
52...	68.39,7	35.20,3	65.43,2	34.28,5	1.51. 2	0.33.11	65.43,2	34.28,5	1.51. 2	0.33.11
54...	70. 2,1	37.57,9	67.14,5	37. 7,5	1.52. 9	0.34.22	67.14,5	37. 7,5	1.52. 9	0.34.22
56...	71.21,8	40.38,2	68.43,4	39.49,5	1.53. 7	0.35.24	68.43,4	39.49,5	1.53. 7	0.35.24
58...	72.39,0	43.21,0	70.10,0	42.34,3	1.53.56	0.36.22	70.10,0	42.34,3	1.53.56	0.36.22
60...	73.53,9	46. 6,1	71.34,0	45.21,5	1.54.49	0.37.20	71.34,0	45.21,5	1.54.49	0.37.20
62...	75. 6,7	48.53,3	72.56,0	48.10,9	1.55.36	0.38.12	72.56,0	48.10,9	1.55.36	0.38.12
64...	76.17,7	51.42,3	74.16,0	51. 2,4	1.56.16	0.38.58	74.16,0	51. 2,4	1.56.16	0.38.58
66...	77.27,0	54.33,0	75.35,2	53.55,8	1.56.47	0.39.38	75.35,2	53.55,8	1.56.47	0.39.38
68...	78.34,8	57.25,2	76.52,3	56.50,8	1.57.22	0.40.14	76.52,3	56.50,8	1.57.22	0.40.14
70...	79.41,2	60.18,8	78. 8,0	59.47,3	1.57.52	0.40.46	78. 8,0	59.47,3	1.57.52	0.40.46

τ, intervalle entre les deux périodes d'observations est égal au double de $\tau_{\prime}$ ou de $(12 - \tau_{\prime})$ considéré comme positif.

Le signe mis en haut d'une colonne se rapporte à toute la série des nombres qu'elle renferme.

On exécutera deux séries d'observations sur le premier couple d'étoiles, la première, par exemple, à l'instant où les deux distances zénithales du couple sont simultanément égales à $z_{\prime\prime}$ et la seconde lorsque ces deux distances sont au contraire égales à $z_{\prime}$ dont l'ampleur sera fixée en vue d'atteindre avantageusement le but poursuivi.

D'autre part, les observations à effectuer sur le second couple doivent avoir lieu de la manière suivante.

On mesurera l'intervalle entre les deux étoiles au moment où la distance zénithale de l'une est égale à $z_{\prime\prime}$ et celle de l'autre à $z_{\prime}$; la seconde série sera accomplie au moment où les deux astres se trouvent simultanément à la même distance zénithale $z_{\prime}$. On obtient ainsi les relations suivantes :

$$l_{\prime} = \gamma - 2\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime}, \qquad \mathrm{L}_{\prime} = g - \cos p_2\,dz_{\prime\prime} - \cos p_1\,dz_{\prime},$$

$$l_{\prime\prime} = \gamma - 2\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}\,dz_{\prime}, \qquad \mathrm{L}_{\prime\prime} = g - 2\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}\,dz_{\prime}.$$

$$l_{\prime\prime} - l_{\prime} = 2\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime} - 2\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}\,dz_{\prime},$$

$$\mathrm{L}_{\prime\prime} - \mathrm{L}_{\prime} = \cos p_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime} + \left(\cos p_{\prime} - 2\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}\right)dz_{\prime}.$$

$l_{\prime\prime} - l_{\prime}$ et $\mathrm{L}_{\prime\prime} - \mathrm{L}_{\prime}$ étant des données directes de l'observation, ces deux dernières équations ne renfermant que les deux inconnues $dz_{\prime}$ et $dz_{\prime\prime}$, il semblerait de prime abord qu'on aurait ainsi la possibilité de déterminer non seulement une, mais deux nouvelles valeurs de la réfraction $dz_{\prime}$ et $dz_{\prime\prime}$. Mais, en vérité, en examinant de plus près la structure des équations, on se convaincra aisément qu'en suivant cette voie on n'obtiendrait aucun résultat satisfaisant. Les deux valeurs ainsi calculées ne jouiraient pas d'une exactitude acceptable, les coefficients des deux inconnues étant très faibles et bien inférieurs à l'unité. Il est alors tout indiqué de renoncer complètement à la détermination de l'une des deux inconnues, $dz_{\prime}$, et de la considérer comme une quantité destinée uniquement à rendre plus favorable l'évaluation de l'inconnue principale. Δ étant donné ainsi que la distance zénithale $z_{\prime\prime}$ pour laquelle on désire connaître l'effet de la réfraction, il ne reste qu'un élément arbitraire dans le triangle formé par le zénith et les deux étoiles du couple 2, élément qu'il faudrait choisir de façon à obtenir la meilleure solution du problème donné. $\cos p_1$ et $2\,\mathrm{tang}\frac{\Delta}{2}\cos z_{\prime}$ étant les coefficients de la grandeur auxiliaire dans les équations précédentes, il est dès lors plus rationnel de chercher pour quel rapport r entre ces deux

coefficients l'inconnue principale $dz_{\prime\prime}$ atteindra le maximum de précision.

Pour entourer le travail de toutes les garanties possibles de rigueur, il convient de s'imposer une convention restrictive. Afin de ne pas être surpris par un effet anormal quelconque de la réfraction ou de la dispersion dans les couches inférieures de l'atmosphère, il sera prudent de s'interdire d'observer au delà d'une hauteur de 10°, bien que, dans les observations ainsi effectuées aux deux époques, les effets de la réfraction s'éliminent directement. Pour les raisons qui ont été indiquées, posons

$$\cos p'_1 = 2r \operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}.$$

Lorsque la valeur la plus favorable de r aura été reconnue les relations suivantes fourniront les valeurs de $dz_{\prime\prime}$ et $z_{\prime}$ en fonction de $z_{\prime\prime}$, Δ et r

$$(\mathrm{I})\quad \left\{\begin{aligned} &(l_{\prime\prime}-l_{\prime})(r-1)+\mathrm{L}_{\prime\prime}-\mathrm{L}_{\prime} = \frac{2\sin^2\frac{\Delta}{2}\operatorname{tang}\frac{\Delta}{2}(2r-1)^2}{\left(\cos\Delta+4r\sin^2\frac{\Delta}{2}\right)\operatorname{tang} z_{\prime\prime}}\,dz_{\prime\prime}\\ &\cos z_{\prime} = \frac{\cos z_{\prime\prime}}{2r+(1-2r)\cos\Delta}.\end{aligned}\right.$$

Une analyse détaillée de ces deux équations, à laquelle nous ne pouvons pas nous livrer ici, fait ressortir que l'angle $\alpha = 45°$ offre les plus grands avantages. En adoptant par suite $\Delta = 90°$ on aura

$$(l_{\prime\prime}-l_{\prime})(r-1)+(\mathrm{L}_{\prime\prime}-\mathrm{L}_{\prime}) = \frac{(2r-1)^2}{2r\operatorname{tang} z_{\prime\prime}}\,dz_{\prime\prime},\qquad \cos z_{\prime} = \frac{\cos z_{\prime\prime}}{2r}.$$

Le premier coup d'œil révèle que le coefficient de $dz_{\prime\prime}$ sera d'autant plus notable que r sera plus grand et $z_{\prime\prime}$ plus petit et, d'autre part, que l'accroissement de $z_{\prime}$ dépendra de celui des deux quantités $z_{\prime\prime}$ et r. Pour être dans les meilleures conditions, il faudra combiner la plus forte valeur de r avec la plus faible de $\operatorname{tang} z_{\prime\prime}$.

Lorsqu'on considère que $z_{\prime\prime}$ ne peut pas être inférieure à $\frac{\Delta}{2}$ égal ici à 45°, puisqu'il faut observer le premier couple au moment où les deux étoiles se trouvent à 45° de hauteur; et en outre que, en vertu de la convention restrictive, $z_{\prime}$ ne doit pas dépasser 80°, on voit que r ne pourra pas être supérieur à 2. Par conséquent on obtiendra le maximum de précision en admettant $r = 2$ et $z_{\prime\prime} = 45°$. Il en résulte ainsi

$$(l_{\prime\prime}-l_{\prime})+(\mathrm{L}_{\prime\prime}-\mathrm{L}_{\prime}) = \frac{9}{4}dz_{\prime\prime}\qquad\text{et}\qquad \cos z_{\prime} = \frac{\cos z_{\prime\prime}}{4} = 79°49'.$$

Le coefficient de la réfraction $dz_{\prime\prime}$ à 45° est donc très élevé, comme on le voit. Toutefois, afin de se rendre compte d'une manière plus tangible de l'exactitude ainsi obtenue pour $dz_{\prime\prime}$, désignons par ε l'erreur accidentelle qu'on peut commettre dans la mesure micrométrique d'une des grandeurs $l_{\prime\prime}$, $l_{\prime}$, $L_{\prime\prime}$, $L_{\prime}$, par E l'erreur correspondante de $dz_{\prime\prime}$, on aura $E = \frac{4}{9}\sqrt{4\varepsilon^2} = \frac{8}{9}\varepsilon$.

L'évaluation de la réfraction à 45° par le mode qui vient d'être exposé est donc plus précise que la mesure qu'on réalise dans le champ d'une lunette sur deux images stellaires même très voisines.

Les formules, qui seront données ultérieurement afin de calculer les coordonnées des astres qui rendent possibles l'exécution des observations énoncées plus haut, et les tables qui en résultent, font voir que l'intervalle entre les deux périodes d'observations combinées diminue lorsque r devient plus faible et, d'autre part, que pour des latitudes très élevées les conditions géométriques ne peuvent pas être réalisées si l'on veut déterminer la réfraction à 45°. Il faudrait alors évaluer cet élément pour une distance zénithale un peu plus forte. Il est d'ailleurs d'un intérêt évident d'obtenir l'effet du phénomène pour une hauteur plus faible que 45°. En s'inspirant de l'ensemble de ces exigences un peu contradictoires et pour établir une solution applicable à toutes les latitudes comprenant les observatoires existants, il convient de choisir $r = 1{,}9$ et de déterminer $dz_{\prime\prime}$ pour la distance zénithale de 47° 10′. Dans cette occurrence, E sera encore légèrement inférieur à ε et de même z plus petit que 80°.

La durée d'une détermination complète de la réfraction réclamant plusieurs heures, on peut supposer qu'il se produit une modification sensible $d\alpha$ dans l'angle du double miroir, par suite d'un changement de température. Il est facile d'affranchir entièrement les résultats de cette influence en fondant la recherche de $dz_{\prime\prime}$ sur huit séries de mesures au lieu des quatre indiquées précédemment. Examinons le procédé à suivre en ce cas pour le premier couple.

Il est nécessaire d'observer les deux étoiles à un moment où les deux distances zénithales sont égales à $z_{\prime\prime}$ et à un autre où elles deviennent, au contraire, égales à $z_{\prime}$. On aura donc à la première époque, par exemple, $l_{\prime} = \gamma - 2\tan\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime}$; à la seconde, en supposant que l'angle du prisme ait varié de $d\alpha$: $l_{\prime\prime} = \gamma - 2\tan\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}\,dz_{\prime} + d\alpha$; et

$$l_{\prime\prime} - l_{\prime} = 2\tan\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime} - 2\tan\frac{\Delta}{2}\cot z\,dz_{\prime} + d\alpha.$$

Comme on dispose d'un grand nombre de couples réalisant les conditions exigées, on en choisira un second qui se présente à l'observation dans l'ordre inverse du premier, c'est-à-dire qu'au moment où les astres du premier se trouvent à la distance $z_{\prime\prime}$ du zénith, ceux du second seront à la distance $z_{\prime}$. Ce second couple donnera alors la relation finale suivante

$$l'_{\prime} - l'_{\prime\prime} = 2\,\text{tang}\,\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime} - 2\,\text{tang}\,\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}\,dz_{\prime} - d\alpha.$$

La moyenne des deux séries d'opérations

$$\frac{l_{\prime\prime} - l_{\prime} + l'_{\prime} - l'_{\prime\prime}}{2} = 2\,\text{tang}\,\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime} - 2\,\text{tang}\,\frac{\Delta}{2}\cot z_{\prime}\,dz_{\prime}$$

est donc complètement indépendante de $d\alpha$.

On procédera d'une manière similaire pour le second couple.

Il est très important d'agir ainsi, car cette façon d'opérer offre, en effet, de multiples avantages : 1° l'erreur du résultat sera seulement $\frac{E}{\sqrt{2}}$; 2° si, pour cause de temps ou une raison quelconque, le travail est interrompu, les observations ainsi accomplies restent acquises à titre définitif et serviront toujours. On peut faire les observations conjuguées quelques jours et même quelques mois plus tard; 3° on élimine naturellement, comme on l'a vu, une action quelconque de la température sur le double miroir.

Pour faire ressortir toute la facilité pratique de la méthode, il convient d'ajouter en dernier lieu qu'il n'est pas nécessaire d'exécuter les études à l'époque prescrite. On possède la faculté de pouvoir mesurer les couples dans un laps de temps qui, selon les circonstances, pourra varier de 20 minutes à 1 heure, avant ou après le moment prévu. A l'aide de légères corrections qui ne dépasseront pas quelques secondes d'arc, on ramènera ainsi les mesures effectuées à l'époque marquée par la théorie.

Pour arriver à la connaissance de la réfraction à une hauteur quelconque, on observera un couple d'étoiles au moment où les deux astres se trouvent à la distance zénithale $z_{\prime\prime}$ pour laquelle, au moyen de la nouvelle méthode, on a évalué $dz_{\prime\prime}$, on mesurera ensuite le même couple à l'époque où il se trouve à la distance z du zénith. On arrive ainsi aux deux équations suivantes, qui font connaître la réfraction dz correspondant à z :

$$l_{\prime\prime} = \gamma - 2\,\text{tang}\,\frac{\Delta}{2}\cos z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime}, \qquad l_{\prime} = \gamma - 2\,\text{tang}\,\frac{\Delta}{2}\cos z\,dz,$$

$$l_{\prime\prime} - l_{\prime} = 2\sin\frac{\Delta}{2}\cos z\,dz - 2\,\text{tang}\,\frac{\Delta}{2}\cos z_{\prime\prime}\,dz_{\prime\prime}.$$

Lorsque le coefficient de $2 \tang \frac{\Delta}{2} \cos z$ sera inférieur à l'unité, on agira autrement. On s'appuiera sur la seconde valeur connue de la réfraction relative à la distance zénithale $z_{,} = 26°34'$ qui correspond à l'angle du prisme. On observera alors les deux étoiles à un moment où les deux distances zénithales seront respectivement égales à z et $z_{,}$ et à une autre époque où les deux distances zénithales deviendront simultanément égales à $z_{''}$; $dz_{''}$ étant la seconde réfraction connue au moyen de la nouvelle méthode. On aura

$$l_{''} - l_{,} = \cos p \, dz + \cos p_{1} \, dz_{,} - 2 \tang \frac{\Delta}{2} \cot z_{''} \, dz_{''},$$

équation qui fournit dz dans des conditions satisfaisantes, car la plus faible valeur 0,91 de $\cos p$ diffère très peu de l'unité; elle correspond à la distance zénithale limite de 80°.

ASTRONOMIE. — *Appareil à éclipses artificielles de Soleil.* Note de M. **Ch. André.**

La détermination exacte des instants des contacts des bords du Soleil et de la Lune, lors d'une éclipse de Soleil, est importante pour l'amélioration de la théorie de la Lune. On peut les obtenir par l'observation directe de ces contacts, ou en déduire les valeurs de séries de mesures de flèches ou de cordes communes. Mais chacun de ces procédés offre de sérieuses difficultés, dont l'influence est d'autant plus à redouter que l'observateur se trouve en présence d'un phénomène qu'il n'a que bien rarement l'occasion d'observer. Il serait donc fort utile d'avoir un dispositif reproduisant les apparences géométriques de l'éclipse et permettant ainsi de s'exercer au préalable à ce genre d'observations. Ce résultat peut être obtenu d'une façon bien simple ainsi qu'il suit :

A la plaque qui ferme le tube de la lunette du côté de l'oculaire et qui porte le coulant du micromètre, je fixe trois tringles qui lui sont perpendiculaires; ces tringles servent de supports à une plaque métallique, munie à sa partie centrale d'un tube parallèle à l'axe optique et destiné à recevoir à frottement un second tube portant :

1° Du côté du micromètre, l'appareil producteur d'éclipses;

2° Du côté extérieur, les différents oculaires.

L'appareil producteur d'éclipses est un cercle en laiton, noirci soigneu-

sement, taillé en biseau vers le micromètre et d'un diamètre correspondant au diamètre apparent de la Lune (très peu différent de celui du Soleil); à cause du peu d'étendue du champ, ce cercle, qui tourne avec le tube qui le porte, est disposé un peu excentriquement par rapport à l'axe optique. Au moyen de vis de réglage on amène sa face inférieure à être aussi voisine que possible du plan dans lequel se meuvent les fils du micromètre, de façon qu'avec les grossissements qu'il convient d'utiliser son bord et les fils soient au point en même temps.

Ceci posé, il est clair que, en dirigeant la lunette sur le Soleil et la laissant ensuite immobile, le cercle noirci fonctionnant comme lune par rapport à lui masquera successivement les différentes parties de son image focale et qu'on pourra ainsi obtenir à volonté toutes les apparences géométriques de l'éclipse, et voici comment.

Si nous voulons une *éclipse totale,* calons la lunette de façon que le centre du Soleil parcoure sensiblement le milieu du champ, puis tournons le tube porte-lune de façon que le centre du cercle noirci qui la représente soit sensiblement sur le diamètre du champ perpendiculaire aux fils horaires, à l'ouest de son milieu pour l'entrée, à l'est pour la sortie.

Pour une *éclipse partielle* et suivant la phase à observer, nous tournerons de 90° ou 270° le porte-lune de façon à mettre le centre de celle-ci soit au sud et à l'ouest, soit au nord et à l'est dans le champ et nous changerons le calage en déclinaison de manière à obtenir telle ou telle grandeur de l'éclipse que nous désirerons.

Mais, pour que l'étude préparatoire soit complète, il faut aussi que la vitesse relative du Soleil par rapport à la Lune artificielle soit ce qu'elle est en réalité. Cette condition s'obtient encore de la façon la plus simple : il suffit de régler le mouvement d'horlogerie de l'équatorial sur le mouvement horaire de la Lune.

En résumé, par ce procédé, nous obtenons avec le Soleil lui-même la représentation des diverses phases géométriques d'une éclipse : la seule différence est que les déplacements relatifs des deux astres se font pendant l'éclipse suivant une droite parallèle au mouvement diurne au lieu de se produire suivant une droite qui lui soit inclinée. Mais, au point de vue de la pratique dés mesures à faire, il n'y a là nul inconvénient.

On peut d'ailleurs utiliser cet appareil, soit par des mesures directes faites l'œil à l'oculaire, soit par projection des images sur un écran blanc placé à une distance convenable de l'oculaire; l'expérience que nous venons d'en acquérir ici montre que le second mode est de beaucoup le plus commode.

J'ajoute en terminant, et quoique cela paraisse presque inutile, que le procédé d'étude préparatoire est applicable aussi, et dans les conditions les plus voisines possibles de la réalité, aux passages sur le Soleil des planètes Vénus et Mercure.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les propriétés infinitésimales de l'espace non-euclidien.* Note de M. C. GUICHARD.

Les méthodes que j'ai développées dans mon Mémoire *Sur les systèmes cycliques et orthogonaux* (*Annales de l'École Normale supérieure,* 1897, 1898, 1902, 1903) permettent d'étudier l'espace non-euclidien et de donner une solution immédiate d'un très grand nombre de problèmes relatifs à cet espace. Il suffit d'appliquer cette remarque :

La géométrie elliptique non-euclidienne (dans la plupart des questions il n'y a pas lieu de distinguer entre la géométrie elliptique et la géométrie hyperbolique) *est identique à la géométrie métrique de direction dans l'espace à quatre dimensions.*

En effet, soit M un point qui n'est pas situé sur la quadrique fondamentale; x_1, x_2, x_3, x_4 ses coordonnées non-euclidiennes, liées par la relation

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 1.$$

Si le point M décrit un réseau, ses coordonnées sont solutions d'une équation de la forme

$$\frac{\partial^2 x}{\partial u\, \partial v} = P \frac{\partial x}{\partial u} + Q \frac{\partial x}{\partial v} + Rx.$$

Il en résulte que les x_i sont les cosinus directeurs d'une droite qui décrit une congruence dans l'espace à quatre dimensions.

Soit maintenant D une congruence, A et B ses foyers; désignons par x_1, x_2, x_3, x_4 les coordonnées non-euclidiennes de A, par y_1, y_2, y_3, y_4 celles de B; on aura, en supposant toujours la congruence rapportée à ses développables :

$$(1) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{\partial x_i}{\partial u} &= P x_i + Q y_i, \\ \frac{\partial y_i}{\partial v} &= R x_i + S y_i. \end{aligned} \right.$$

P, Q, R, S étant des fonctions de u et de v; ces formules montrent que,

dans l'espace à quatre, les droites qui ont pour cosinus directeurs les x_i et les y_i sont les tangentes d'un réseau. Donc :

A une congruence ou à un réseau de l'espace à quatre dimensions correspondent un réseau ou une congruence de l'espace non-euclidien et vice versa (on ne considère pas comme distincts des éléments parallèles dans l'espace à quatre).

Des formules (1) on déduit le résultat suivant :

Si un réseau et une congruence de l'espace à quatre sont en relation focale, il en est de même des éléments qui leur correspondent.

Enfin on établit facilement la propriété suivante :

Si un réseau et une congruence de l'espace à quatre sont conjugués ou harmoniques, les éléments qui leur correspondent sont respectivement harmoniques ou conjugués.

Il reste à indiquer les éléments de l'espace non-euclidien qui correspondent à certains éléments particuliers de l'espace à quatre dimensions.

Depuis longtemps déjà [voir mon Mémoire *Sur la déformation des surfaces* (*Journal de Mathématiques*, 1896, 1re Partie, §§ 4 et 12)], j'ai remarqué qu'un déterminant orthogonal :

$$\Delta = \begin{vmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ y_1 & y_2 & y_3 & y_4 \\ \xi_1 & \xi_2 & \xi_3 & \xi_4 \\ \eta_1 & \eta_2 & \eta_3 & \eta_4 \end{vmatrix},$$

dans lequel on a les relations :

$$(2) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial x_i}{\partial u} = a\xi_i, & \dfrac{\partial y_i}{\partial u} = e\xi_i, & \dfrac{\partial \xi_i}{\partial v} = n\eta_i \\ \dfrac{\partial x_i}{\partial v} = b\eta_i, & \dfrac{\partial y_i}{\partial v} = f\eta_i, & \dfrac{\partial \eta_i}{\partial u} = m\xi_i \end{cases} \qquad (i = 1, 2, 3, 4),$$

ce qui entraîne les conditions :

$$(3) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial a}{\partial v} = bm, & \dfrac{\partial e}{\partial v} = fm, \\ \dfrac{\partial b}{\partial u} = an, & \dfrac{\partial f}{\partial u} = en, \end{cases} \qquad ab + ef + \frac{\partial m}{\partial v} + \frac{\partial n}{\partial u} = 0,$$

peut être interprété, soit au point de vue non-euclidien, soit au point de vue de la géométrie dans l'espace à quatre dimensions.

Au point de vue non-euclidien, les points

$$A(x_1, x_2, x_3, x_4) \quad \text{et} \quad B(y_1, y_2, y_3, y_4)$$

décrivent des surfaces polaires réciproques rapportées à leurs lignes de courbure; la droite AB est la normale aux surfaces (A) et (B); les tangentes aux lignes de courbure de ces surfaces passent par les points $C(\xi_1, \ldots, \xi_4)$ et $D(\eta_1, \ldots, \eta_4)$; la droite CD décrit une congruence dont les foyers C et D sont conjugués par rapport à la quadrique fondamentale.

Au point de vue de la géométrie dans l'espace à quatre dimensions, le déterminant Δ définit la représentation sphérique d'un réseau O; si M est un point qui décrit un tel réseau, les droites issues de M et qui ont pour cosinus directeurs les quantités x_i ou y_i sont des normales ordinaires (congruences 2I) à ce réseau; celles qui ont pour cosinus directeurs les quantités ξ ou η sont les tangentes du réseau; enfin, le plan qui contient les normales (x) et (y) enveloppe un réseau applicable sur un plan (réseau L); ce réseau correspond à la congruence AB de l'espace non-euclidien.

Prenons maintenant, dans l'espace non-euclidien, deux réseaux

$$M(X_1, X_2, X_3, X_4) \quad \text{et} \quad N(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4)$$

applicables l'un sur l'autre (sens non-euclidien), on aura

$$\Sigma X^2 = \Sigma Y^2 = 1,$$
$$\Sigma dX^2 = \Sigma dY^2;$$

par conséquent, les congruences qui leur correspondent sont des congruences K. [Toutes les notations relatives à l'espace à quatre dimensions sont celles de mon Mémoire *Sur les systèmes orthogonaux et les systèmes cycliques* (IIe Partie, Chap. V); dans ce qui suit, les pages et les paragraphes entre parenthèses indiquent des renvois à ce Mémoire.]

En résumé, on a le Tableau de correspondance suivant :

Espace non-euclidien.	Espace à quatre dimensions.
Congruences.	*Réseaux.*
Normales à une surface............	L
Ayant leurs foyers conjugués par rapport à la quadrique fondamentale.	O
Réseaux.	*Congruences.*
Formés de lignes de courbure......	2I
» de géodésiques...........	focale d'un réseau L
Applicables sur un autre réseau....	K

Je vais indiquer quelques applications :

1° *Réseaux qui restent conjugués sur plusieurs déformées non-euclidiennes* (BIANCHI, *Sulle varietà a tre dimensioni*, etc., 1905, p. 40). — Il y correspond des congruences plusieurs fois K; le problème revient (§ 82) à la recherche des systèmes O, 3O ou bien à celle des équations de Moutard qui sont E_4 (§ 58).

2° *Surfaces de Voss dans la géométrie non-euclidienne* (BIANCHI, *loc. cit.*, p. 43, et DEMOULIN, *Comptes rendus*, mai 1905). — On appelle ainsi les réseaux formés de géodésiques non-euclidiennes; soit M un tel réseau, le réseau polaire réciproque M′ est tel que chacune de ses congruences focales a ses foyers conjugués par rapport à la quadrique fondamentale. A ce réseau M′ correspond une congruence dont les deux réseaux focaux sont O; ce sont les systèmes *o*, *o* (§ 87, p. 260). On est ramené à trouver les équations de Moutard qui admettent quatre solutions θ_1, θ_2, θ_3, θ_4 satisfaisant aux conditions

$$\sum \theta^2 = 1, \qquad \sum \left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2 \neq 0, \qquad \sum \left(\frac{\partial\theta}{\partial v}\right)^2 \neq 0.$$

M. Demoulin a remarqué que, contrairement à ce qui se passe dans l'espace ordinaire, ce problème ne se ramène pas immédiatement à la recherche des congruences dont les deux réseaux focaux sont formés de lignes de courbure. Je traite ici ce dernier problème (application 5°).

3° *Réseaux dont une congruence focale est formée de normales non-euclidiennes et dont l'autre congruence focale a ses foyers conjugués par rapport à la quadrique fondamentale.*

Il y correspond une congruence dont un réseau focal est O et l'autre L; ce sont les systèmes (*o*, *l*) (§ 86); le problème revient à trouver une équation de Moutard ayant quatre solutions θ_1, θ_2, θ_3, θ_4 telles que

$$\sum \theta^2 = v, \qquad \sum \left(\frac{\partial\theta}{\partial u}\right)^2 = 0.$$

4° *Surfaces applicables avec conservation des lignes de courbure* (sens non-euclidien). — Il y correspond une congruence K, 2I; le problème se ramène à la recherche des surfaces isothermiques dans l'espace euclidien à trois dimensions (§ 100).

5° *Congruences dont les deux réseaux focaux sont formés de lignes de courbure non-euclidiennes.* — Il y correspond un réseau dont les deux congruences focales sont 2I; ce sont les systèmes 2*i*, 2*i* (§ 88). On peut

d'ailleurs traiter la question directement; tout revient à déterminer l'expression des rotations du déterminant Δ pour que la deuxième congruence focale du réseau A possède la propriété indiquée; cette congruence a pour second foyer un point E dont les coordonnées non-euclidiennes sont proportionnelles à

$$X_i = m x_i - a \eta_i.$$

Il faudra exprimer que l'équation de Laplace à laquelle satisfont les fonctions X_i admet la solution $\sqrt{a^2+m^2}$; on en déduit facilement que, par un choix convenable de la variable u, on peut réduire a^2+m^2 à une constante; les formules (3) montrent alors que

$$\frac{\partial m}{\partial v} + ab = 0.$$

La dernière des formules (3) montre alors que l'on aura

$$\frac{\partial n}{\partial u} + ef = 0$$

et, par conséquent, en choisissant convenablement la variable v, n^2+f^2 se réduit à une constante; ce qui montre que, si la propriété demandée existe pour la seconde focale de A, elle existe aussi pour la première focale de B, ce qui était évident *a priori* en appliquant la transformation par polaires réciproques.

Avec ces indications, on voit facilement que les rotations du déterminant Δ peuvent se mettre sous la forme

$$a = \mu \sin\varphi, \qquad e = \frac{\partial\psi}{\partial u}, \qquad m = \mu \cos\varphi,$$
$$b = \frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad f = \frac{1}{\mu}\sin\psi, \qquad n = \frac{1}{\mu}\cos\psi,$$

où μ est une constante et où φ et ψ sont solutions de

$$(4) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial^2\varphi}{\partial u\,\partial v} = \sin\varphi\cos\psi, \\ \dfrac{\partial^2\psi}{\partial u\,\partial v} = \sin\psi\cos\varphi. \end{cases}$$

On voit que, si l'on pose

$$\theta_1 = \varphi + \psi, \qquad \theta_2 = \varphi - \psi,$$

θ_1 et θ_2 sont des solutions de l'équation

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = \sin\theta. \tag{5}$$

On voit que, pour trouver les rotations du déterminant Δ, il faut avoir deux solutions de l'équation (5). Ce résultat met en évidence le lien qui rattache ce problème à la théorie des surfaces à courbure totale constante.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la répartition des matières sucrées entre le plasma et les globules du sang.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud.**

D'après C. Ludwig, presque tout le sucre du sang se trouve dans le sérum. Mais on ignorait alors que, pendant la durée d'une centrifugation, il peut se détruire, par glycolyse, une notable quantité de sucre dans les globules, tandis qu'il ne s'en détruit pas dans le sérum (Lépine et Barral). De son côté, Hamburger a noté que, si l'on fait passer de l'oxygène dans du sang défibriné, le sérum de ce sang renferme moins de sucre que si l'on y fait passer de l'acide carbonique. Dans ce cas aussi la glycolyse peut intervenir. Ces recherches sont d'ailleurs passibles d'une critique préjudicielle plus sérieuse encore, à savoir que leurs auteurs n'ont pu tenir compte de l'acide glycuronique, dont l'existence dans le sang est, comme on sait, de connaissance récente.

Pour se mettre, en partie au moins, à l'abri de la glycolyse, on peut recevoir le sang dans un vase renfermant une certaine proportion de fluorure de sodium, mais cette pratique donne lieu à des erreurs, parfois graves, sur lesquelles nous insisterons ultérieurement. Mieux vaut défibriner le sang en l'agitant avec du sable stérilisé, et le centrifuger rapidement (pendant 10 minutes, ce qui suffit avec une bonne machine).

Nous centrifugeons deux tubes de sang; nous décantons le plasma et nous en versons un poids déterminé dans une solution de nitrate acide de mercure; puis nous portons un poids déterminé de globules de la couche la plus inférieure également dans une solution de nitrate. En même temps, nous agitons l'autre tube pour mélanger le plasma et les globules, et nous versons le mélange dans une solution de nitrate. Si nous procédons de cette manière, c'est que les matières sucrées d'un sang laissé immobile pendant 10 minutes diffèrent de celles d'un autre échantillon du même sang dont le plasma et les globules ont été séparés par centrifugation, puis mélangés.

Voici, prise au hasard, une de nos observations chez un chien sain :

Matières réductrices dans 1000g.

		Après chauffage de l'extrait avec l'acide tartrique.
	g	g
Du sang (après centrifugation et mélange) .	0,98	1,08
Du plasma	1,37	1,43
Des globules (couche inférieure)..........	0,42	0,54

Dans ce cas nous avons aussi dosé les matières sucrées dans la couche supérieure des globules; nous avons trouvé 0g,50 et, après chauffage de l'extrait, 0g,64. Ces derniers chiffres sont faussés par la présence de plasma interposé entre les globules. Au contraire, ceux de la couche inférieure représentent bien la teneur des globules en matières sucrées. Le calcul suivant le prouve :

En effet, si l'on appelle S les matières sucrées de 1000g de sang, p celles de 1000g de plasma, g celles de 1000g de globules, P le poids du plasma et P' celui des globules, on a

$$S = \frac{pP + gP'}{1000};$$

d'où l'on tire

$$g = \frac{1000S - pP}{P'}.$$

Si, à l'aide de cette formule, nous calculons g, en admettant 60 pour 100 de plasma, chiffre obtenu directement, et qui est d'ailleurs le chiffre classique pour un chien sain et dans de bonnes conditions, nous avons 0,40 et, après chauffage, 0,55, c'est-à-dire presque identiquement les chiffres trouvés par le dosage.

En résumé, si à l'état normal le dosage des matières sucrées du *sang* est loin de donner le chiffre des matières sucrées dans le *plasma*, on peut, d'autre part, affirmer que la teneur des globules en matières sucrées n'est point négligeable, puisque 1000g peuvent en renfermer au moins le tiers de la quantité contenue dans 1000g de plasma.

Dans certaines conditions, notamment quand la proportion de sucre augmente brusquement dans le sang, ils emmagasinent beaucoup de sucre et en renferment presque autant que le plasma. Bien plus, dans des cas, à la vérité exceptionnels, notamment dans certains cas d'intoxication alcoolique aiguë, nous avons vu la teneur des globules en sucre dépasser celle du plasma. Nous publierons ultérieurement ces faits.

Nous avons dit (4 mai 1903) que l'acide glycuronique est localisé dans

les globules, à l'exclusion du plasma. Les chiffres ci-dessus en donnent la preuve, au moins pour l'acide glycuronique non spontanément réducteur. En effet, les globules en renferment 0,54 — 0,42 = 22 pour 100 et le plasma 1,43 — 1,37, ce qui fait environ 4 pour 100. Dans quelques cas nous avons même trouvé 0 dans le plasma.

M. A. **Giard** fait hommage à l'Académie de trois brochures intitulées : 1° *La Pœcilogonie;* 2° *Les tendances actuelles de la Morphologie et ses rapports avec les autres Sciences.* (Nouvelle édition avec notes et bibliographie); 3° *Sur la prétendue nocivité des huîtres.* (Rapport présenté à M. le Ministre de la Marine.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'évaluation des erreurs dans l'intégration approchée des équations différentielles.* Note de M. **Émile Cotton**, présentée par M. Émile Picard.

Soit S un système d'équations différentielles. Considérons un ensemble de données initiales, correspondant à *une* valeur de la variable indépendante, et déterminant un système de solutions. Supposons que l'on ait un système de *solutions approchées,* c'est-à-dire de fonctions satisfaisant à peu près à S et aux données initiales. L'objet de cette Note est de définir un système Σ d'équations différentielles linéaires, à coefficients constants et positifs, utile à la fois pour l'estimation des erreurs que comportent les solutions approchées [1] et pour l'évaluation d'un champ de convergence de la méthode d'approximations successives de M. Picard.

1. Il ne sera question que d'éléments réels. Nous supposerons, pour abréger l'écriture, que S comprenne une seule équation, du second ordre,

$$y'' = f(x, y, y'). \tag{1}$$

Les données initiales $x = 0$, $y = y_0$, $y' = y'_0$ déterminent, en général, pour

[1] *Comptes rendus,* 20 février 1905. Voir aussi les intéressants travaux publiés antérieurement par M. Severini, sur l'intégration approchée des équations différentielles (Notes des *Rendiconti del R. Ist. lomb. di Sc. e Lett.,* 1898, 1899, 1900, Mémoire édité chez Zanichelli, Bologne, 1899).

$x > 0$ et assez petit, une intégrale de (1), soit $y = g(x)$. Soit $u(x)$ une solution approchée; nous supposons $u(x)$ définie pour $0 \leqq x \leqq h$. Posons

$$(2) \quad \alpha > |u'' - f(x, u, u')|, \qquad Y_0 = |y_0 - u(0)|, \qquad Y'_0 = |y'_0 - u'(0)|;$$

les nombres α, Y_0, Y'_0 sont petits.

Soit Δ le domaine défini par $0 \leqq x \leqq h$, $u - \varepsilon \leqq y \leqq u + \varepsilon$, $u' - \varepsilon' \leqq y' \leqq u' + \varepsilon'$; nous supposons $\varepsilon > Y_0$, $\varepsilon' > Y'_0$. Admettons que, dans Δ, $f(x, y, y')$ soit finie, continue par rapport à x, sauf peut-être pour des valeurs isolées de x, et satisfasse à la condition de Lipschitz

$$|f(x, y, y') - f(x, y_1, y'_1)| < a|y' - y'_1| + b|y - y_1|.$$

Appliquons la méthode de M. Picard : remplaçons dans le second membre de (1) y et y' par u et u', déterminons l'intégrale $u_1(x)$ de l'équation obtenue, telle que $u_1(0) = y_0$, $u'_1(0) = y'_0$. Recommençons en remplaçant y et y' par u_1 et u'_1, nous obtenons u_2, et ainsi de suite.

2. L'étude des séries formées par les différences $u_i - u_{i-1}$ et leurs dérivées $u'_i - u'_{i-1}$, conduit à envisager l'équation

$$(3) \qquad Y'' = aY' + bY + \alpha,$$

qui, dans le cas qui nous occupe, joue le rôle de Σ dans le cas général.

Soit $Y = F(x; Y_0, Y'_0; a, b, \alpha)$ la solution de (3) telle que, pour $x = 0$, Y et $Y' = \frac{\partial Y}{\partial x}$ prennent respectivement les valeurs Y_0 et Y'_0 du n° 1. Quand les six variables dont elle dépend sont positives, la fonction Y est positive et croissante; il en est de même de ses dérivées. Pour $Y_0 = Y'_0 = \alpha = 0$, Y est identiquement nulle.

3. Le *champ de convergence* de la méthode de M. Picard s'étend au moins de zéro à h', h' étant inférieur ou égal à h et à la plus petite racine positive des équations $Y = \varepsilon$, $Y' = \varepsilon'$.

Dans l'intervalle $0\,h'$, les *erreurs* $y - u$, $y' - u'$ *sont inférieures en valeur absolue à* Y *et* Y'. Il est facile de déduire de là, dans le cas particulier où α est nul, la continuité des intégrales de (1) par rapport aux données initiales.

En partant d'hypothèses sur la solution exacte, on peut chercher des conditions suffisantes pour que l'erreur correspondant à une solution approchée ne surpasse pas une limite donnée à l'avance. M. Severini a montré, dans la seconde de ses Notes citées plus haut, que ce problème se ramène au précédent.

4. D'une façon générale, quel que soit le système S, à chacune de ses équations en correspond une de Σ, du même ordre, que l'on forme à l'aide des coefficients de l'inégalité de Lipschitz et de l'inégalité analogue à (2). A l'aide des valeurs initiales des solutions exactes et approchées, on détermine un système de solutions de Σ, analogue par ses propriétés et par son usage, à la fonction Y considérée plus haut.

ÉLECTRICITÉ. — *Contribution à l'étude des diélectriques liquides.* Note de M. **P. Gouré de Villemontée**, présentée par M. J. Violle.

Les expériences suivantes ont eu pour but de chercher :

1° L'influence de la durée de charge;

2° L'état électrique de la masse après la charge.

Deux condensateurs cylindriques ont été remplis, le premier de pétrole, le second d'huile de paraffine et chargés respectivement avec éléments Daniell et éléments Gouy.

Trois séries d'expériences ont été faites :

Dans la première je porte l'armature externe au potentiel V, l'armature interne au sol pendant un temps t, puis j'établis brusquement les communications de l'armature interne avec l'électromètre et de l'armature externe avec le sol et je mesure la charge de l'armature interne.

Dans la deuxième série je mesure la charge prise par l'armature interne, lorsqu'on maintient l'armature externe à un potentiel donné et l'armature interne en communication avec un électromètre pendant un temps déterminé.

Dans la troisième série j'ai cherché si le diélectrique était chargé dans sa masse, après une durée de charge déterminée.

Les charges ont été évaluées par la quantité d'électricité qu'il faut dégager sur un quartz piézo-électrique, soit pour produire une déviation égale à celle que détermine la charge de l'armature considérée, soit pour compenser la charge primitive (méthode de zéro).

Première série. — Les charges ont été produites par des différences de potentiel, $10^{\text{volts}},9$ pour le pétrole (température de 21° à 23°,4), $19^{\text{volts}},46$ pour l'huile de paraffine (température de 21° à 24°,6).

Les durées de charge ont été, dans le cas du pétrole,

$$0^{\text{sec}},043, \quad 0^{\text{sec}},086, \quad 0^{\text{sec}},129, \quad 0^{\text{sec}},172;$$

dans le cas de l'huile de paraffine,

$$0^{\text{sec}},0042,\quad 0^{\text{sec}},08,\quad 0^{\text{sec}},27,\quad 1^{\text{sec}},03,\quad 5^{\text{sec}},\quad 10^{\text{sec}},\quad \ldots,\quad 30^{\text{min}}.$$

Résultats : 1° Le signe de la charge de l'armature interne est contraire au signe de la charge communiquée directement par la pile à l'armature externe;

2° En désignant par Q_t la charge produite par une différence de potentiel V pendant le temps t, par p le poids tenseur du quartz produisant une charge Q_t, par K la constante du quartz, on a

$$Q_t = Kp,$$
$$\frac{p}{Vt} = \frac{Q_t}{KVt}.$$

La ligne (*fig.* 1) obtenue en prenant pour abscisses les $\log_e$ des temps t et pour ordonnées les log des quotients $\frac{p}{Vt}$ est une droite.

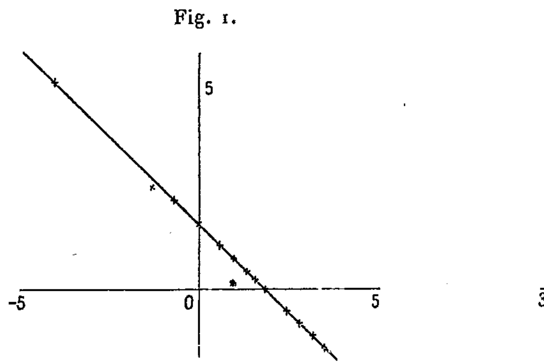


Fig. 1.

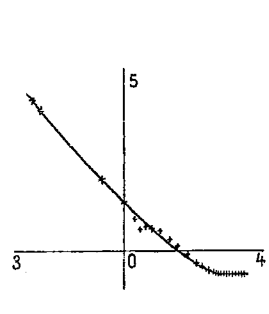


Fig. 3.

Deuxième série. — La charge de l'armature interne est de même signe que la charge de l'armature externe.

1° *Loi des forces électromotrices.* — Les potentiels de charge ont été variés de $1^{\text{volt}},39$ à $19^{\text{volts}},46$. Les durées de charge ont été portées de 30 secondes à 27 minutes.

Les courbes tracées en prenant pour abscisses les durées de charge et pour ordonnées les quotients $\frac{p}{Vt}$ sont superposées. Il en résulte que les quantités d'électricité mesurées sur l'armature interne après des temps de charge égaux sont proportionnelles aux potentiels de charge.

2° *Variations des charges avec la durée de charge.* — Les durées de charge ont été de 15 secondes à 9 minutes pour le pétrole et de

$$0^{\text{sec}},0042,\quad 0^{\text{sec}},0062,\quad 1^{\text{sec}},03,\quad 2^{\text{sec}},\quad 3^{\text{sec}},\quad 4^{\text{sec}},\quad \ldots,\quad 27^{\text{min}}$$

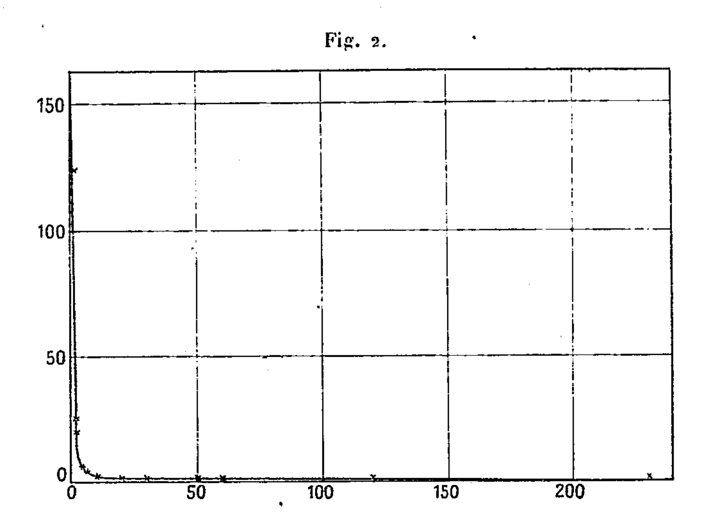
pour l'huile de paraffine.

Les potentiels de charge ont été $10^{\text{volts}},9$ pour le pétrole et $8^{\text{volts}},34$ pour l'huile de paraffine, les températures ont été comprises entre 15° et 20°.

L'ensemble des résultats est représenté par la courbe 2 construite en portant en abscisses les durées de charge, comptées en secondes, et en ordonnées les quotients $\frac{p}{Vt}$.

La courbe 3, construite en prenant pour ordonnées les $\log_e$ des temps et des quotients $\frac{p}{Vt}$, permet de comparer les résultats des séries I et II.

Fig. 2.



Troisième série. — Une différence de potentiel de $19^{\text{volts}},46$ a été maintenue de 4 à 10 minutes entre les armatures d'un condensateur cylindrique fermé à sa base et rempli d'huile de paraffine. Le jeu d'un levier laisse écouler le diélectrique dans un cylindre de Faraday relié à un électromètre, à un moment donné. La différence de potentiel a été maintenue entre les armatures pendant l'écoulement du liquide. Aucune charge n'a été appréciable dans le liquide écoulé.

Conclusions. — En rapprochant les résultats énoncés de ceux qui ont été obtenus par M. J. Curie dans ses recherches sur la conductibilité des corps cristallisés (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVII et XVIII), on voit que la propagation des charges électriques à travers le pétrole et l'huile de paraffine est comparable à la propagation des charges électriques à travers les corps cristallisés.

Une analogie semblable a été signalée par Hertz (*Wiedemann's Annalen*, t. XX, 1883, p. 279) entre les propriétés de la benzine et des cristaux.

MAGNÉTISME. — *Variations thermiques de l'aimantation de la pyrrhotine et de ses groupements cristallins.* Note de MM. **Pierre Weiss** et **J. Kunz**, présentée par M. J. Violle.

La pyrrhotine perd son ferromagnétisme à la température de 348°. Ses propriétés, à diverses températures, ont été étudiées par la méthode des couples exercés par un électro-aimant tournant sur la substance suspendue à un ressort de torsion. Elle était chauffée par un four électrique placé entre les pièces polaires. Nous avons découvert, au cours de cette étude, qu'il existe deux espèces de pyrrhotines, à propriétés distinctes, les cristaux compacts de Morro Velho, d'une part, et les masses feuilletées de Morro Velho, de New-Jersey et de Bodeumais, de l'autre.

Les premières, que nous appellerons *normales* et auxquelles se rapportent les Notes (¹) publiées précédemment par l'un de nous, possèdent à toutes les températures la propriété du plan magnétique, au sens qui résulte de la dernière Note, page 1587. On peut donc fonder la méthode de mesures sur les propriétés de ce plan.

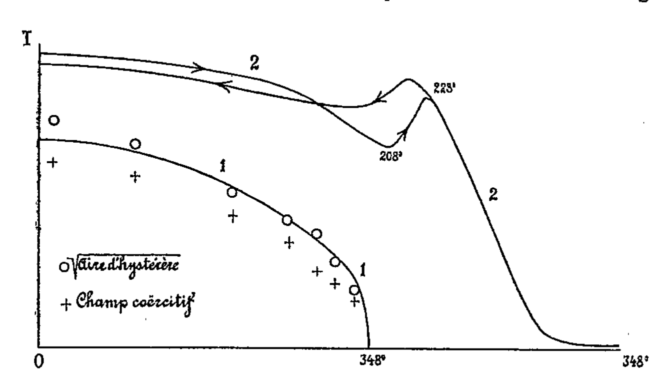
L'intensité à saturation décroît d'abord lentement quand on élève la température, puis de plus en plus vite pour tomber rapidement à zéro à 348°. La courbe 1, qui la représente en fonction de la température, ressemble à une parabole dont l'axe coïncide avec l'axe des températures et le sommet est à 348°. L'intensité d'aimantation repasse par les mêmes valeurs aux températures décroissantes; il y a *réversibilité thermique*.

Si les phénomènes résiduels sont dus à l'action mutuelle des molécules magnétiques, le champ coercitif doit décroître comme l'intensité d'aimantation et l'aire d'hystérèse d'un cycle déterminé comme le carré de cette intensité. Les points marqués dans le voisinage de la courbe 1 montrent qu'il en est bien ainsi.

Dans le deuxième groupe de pyrrhotines, que nous appellerons *anormales*, le plan magnétique n'est qu'un plan d'aimantation maxima qui, aux températures ordinaires, a souvent des propriétés assez voisines de celui des substances normales, mais qui les perd lentement d'abord, puis de plus en plus vite aux températures élevées. La méthode expérimentale ayant été

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1332, 1532 et 1587.

conservée, l'interprétation des résultats est moins simple. Le couple exercé par le champ sur la substance est une mesure de son anisotropie ferromagnétique et, indirectement, une indication sur la grandeur de ce ferromagnétisme. La température de disparition du ferromagnétisme, plus



difficile à indiquer exactement, semble être la même que pour les substances normales. Mais la courbe ascendante et la courbe descendante ne coïncident plus (courbe 2, échelle des températures double de celle de la courbe 1), elles présentent une boucle d'hystérèse thermique, et souvent au retour à la température ordinaire l'intensité d'aimantation est très différente de sa valeur initiale.

Par contre, la détermination des rapports dans lesquels les trois cristaux élémentaires sont associés se fait pour les substances anormales comme pour les substances normales. Pour ces dernières ils sont invariables, pour les premières l'édifice cristallin acquiert une certaine mobilité, généralement à partir de 208°, qui croît avec l'intensité du champ. On peut, par l'action d'un champ de 5000 gauss, agissant pendant le refroidissement, suivant les maxima des trois composantes, obtenir les groupements suivants :

Le champ agissant suivant la :	Importance relative de la matière suivant la		
	1re direction.	2e direction.	3e direction.
Première direction........	100	< 50	< 50
Deuxième direction........	< 50	100	< 50
Troisième direction........	< 50	< 50	100

Tout se passe donc comme si un quart de la substance passait, sous l'influence du champ, d'un cristal élémentaire à l'autre. Dans d'autres cristaux cette partie mobile a été trouvée plus importante, la partie fixe étant répartie tantôt également, tantôt inégalement entre les trois composantes. Nous renvoyons au Mémoire *in extenso* pour la discussion pratique de cette hypothèse.

L'irréversibilité thermique de la substance, exprimée par la courbe 2, peut être

attribuée à ces variations dans les groupements avec réarrangement partiel et retardé aux températures descendantes.

Ces phénomènes exigent un certain temps pour se produire. Dans un cas particulier nous avons trouvé que la variation du groupement était nulle après deux secondes et sensiblement achevée après 3 ou 4 minutes.

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'effet des membranes dans les chaînes liquides.* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans la chaîne liquide

$$\text{Solution aqueuse MR} \overset{(1)}{|} H^2O \overset{(2)}{|} \text{Solution aqueuse MR},$$

à contacts directs et symétriques pour les concentrations, il n'existe pas de différence de potentiel si MR est pur, non hydrolysable.

Séparons en (1) MR | H^2O par une membrane soigneusement lavée, telle que parchemin, gélatine, etc. Une différence de potentiel, importante parfois, apparaîtra dans le circuit. Elle dépend de diverses circonstances ainsi que le prouvent les expériences suivantes :

Expériences. — A. 1° Le zéro de la chaîne

$$Zn \,|\, SO^4Zn \,|\, SO^4Na^2 \underset{(1)}{|} H^2O \,|\, SO^4Na^2 \,|\, SO^4Zn \,|\, Zn,$$

reliée à l'électromètre capillaire de Lippmann et au potentiomètre Carpentier étant établi, on supprime le contact $SO^4Na^2 \underset{(1)}{|} H^2O$.

Un tube de verre en U de 1^cm de diamètre intérieur environ, ouvert à une extrémité, est obturé à l'autre bout par un morceau de parchemin animal, très minutieusement, très longuement lavé à l'eau distillée et préalablement immergé durant plusieurs jours dans la solution SO^4Na^2. Le tube rempli de SO^4Na^2 est renversé avec précaution, la branche ouverte dans SO^4Na^2, l'extrémité coiffée de la membrane dans la grande masse d'eau distillée de la chaîne considérée.

De suite apparaît dans le circuit une différence de potentiel. SO^4Na^2 lié à la membrane paraît *négatif*. Le courant électrique ainsi développé suit la loi de Ohm. *La membrane produit donc dans le circuit une véritable force électromotrice.*

La différence de potentiel dépend de la concentration de la dissolution et de la pureté de H^2O au voisinage de la membrane. Elle diminue naturellement par la diffusion de SO^4Na^2 au-dessous de la membrane. Le déplacement du tube dans l'eau, ou bien l'agitation de H^2O autour du tube, en renouvelant la couche d'eau pure au niveau de la membrane, augmente la valeur de la différence de potentiel constatée. Pratiquement, il y a donc à considérer *un maximum de la différence de potentiel;* maximum

qui, étant données les conditions de sa constatation, est relativement constant pour des expériences distinctes.

Dans des expériences de plusieurs jours de durée, on a noté les valeurs suivantes : *a.* 133 millivolts par agitation du tube, 30 millivolts après un repos prolongé quand l'épiderme assez lisse de la membrane est au contact de H^2O; *b.* 87 millivolts seulement par agitation, quand c'est l'autre face irrégulière, frangée, de la membrane qui touche H^2O.

2° Si le tube en U est rempli de H^2O et la membrane considérée, horizontalement placée dans SO^4Na^2, on constate que la différence de potentiel, comparable au début de l'essai à celle des expériences précédentes, s'abaisse très rapidement en tendant vers 0. Cela est naturel; car, par diffusion, il se forme en effet du côté H^2O une couche plus dense de SO^4Na^2 qui baigne la membrane, et la membrane est en rapport avec deux couches de constitutions de plus en plus voisines.

B. Au lieu de SO^4Na^2 utilisons une dissolution d'acide sulfurique SO^4H^2 centinormale par exemple.

Le côté : SO^4H^2 — membrane paraît *positif*. Si l'on a cette disposition expérimentale : épiderme contre H^2O placée au-dessous de la membrane, solution SO^4H^2 au-dessus, la différence de potentiel atteint 75 millivolts environ.

De très nombreuses expériences semblables faites avec des membranes diverses aussi correctement lavées que possible : parchemin animal, vessie de porc, peau de grenouille, papier sulfurisé, gélatine, terre poreuse, feuille très mince de caoutchouc, membrane de l'œuf, etc. et avec des dissolutions de substances pures et de concentrations variées : SO^4Na^2, SO^4Mg, SO^4Cd, SO^4Cu, KCl, NaCl, HCl, SO^4H^2, acide tartrique, acide oxalique, KOH m'ont amené à cette première conclusion :

Conclusion. — La force électromotrice développée par les membranes dans une chaîne liquide MR | H^2O | MR dépend en particulier pour le signe et l'intensité : 1° de la nature de la membrane; 2° de la nature et de la concentration de MR; 3° de la position relative de la membrane et des liquides H^2O, MR.

PHYSIQUE. — *Sur la fluorescence.* Note de M. C. CAMICHEL, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note précédente [1], j'ai décrit une série d'expériences montrant que le coefficient d'absorption du verre d'urane ne change pas lorsque la fluorescence est excitée. M. John Burke a présenté récemment à la Société royale de Londres un Mémoire [2], où il admet que les bandes

---

[1] C. CAMICHEL, *Note sur la fluorescence* (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 139).

[2] JOHN BUTLER BURKE, *Note on fluorescence and absorption* (*Proceedings of the Royal Society*, series A, vol. LXXVI, 24 mai 1905, p. 165 et suiv.).

d'émission et d'absorption d'un corps fluorescent sont formées de raies très fines et non résolubles par les procédés ordinaires, et il pense que le faisceau utilisé dans mes expériences et qui a traversé une couche épaisse du corps étudié ne contient plus les radiations absorbables, les seules pour lesquelles le phénomène de la variation du coefficient d'absorption ait lieu. Ce Mémoire m'engage à publier celles de mes expériences où la source de lumière employée est le corps fluorescent lui-même, ce qui ôte prise à la critique de M. Burke.

Première série d'expériences. — La source de lumière employée est une première cuve a, contenant de la fluorescéine en solution aqueuse; elle est éclairée transversalement par les rayons du Soleil; une deuxième cuve b, contenant également de la fluorescéine, constitue le corps absorbant, elle peut aussi être éclairée transversalement par le Soleil. Un deuxième faisceau de comparaison provenant d'une troisième cuve c, contenant elle aussi de la fluorescéine, traverse deux nicols. On opère comme il a été dit dans la Note précédente.

k_0 et k_f désignant les coefficients de transmission de la cuve b pour les rayons émis par la cuve a et α l'angle de la section principale des deux nicols, on a

$$I_1 k_0 = I_2 \sin^2\alpha_2,$$
$$I_1 k_f + I_f = I_2 \sin^2\alpha_3,$$
$$I_f = I_2 \sin^2\alpha_4.$$

Si $k_f = k_0$, il en résulte

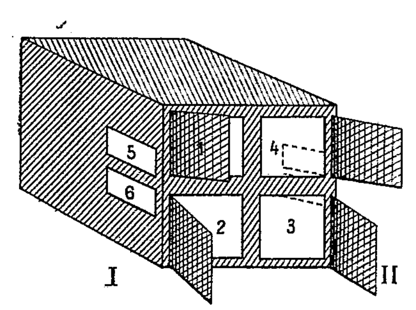
$$\sin^2\alpha_3 = \sin^2\alpha_4 + \sin^2\alpha_2;$$

c'est ce que l'expérience vérifie. Cuve b, 5^{cm} de longueur.

$$\left.\begin{aligned}\alpha_3 &= 30°45'\\ \alpha_2 &= 25°\ 6'\\ \alpha_4 &= 15°24'\end{aligned}\right\} \quad \begin{aligned}\sin^2\alpha_3 &= 0,26.\\ \sin^2\alpha_3 + \sin^2\alpha_4 &= 0,25.\end{aligned}$$

Dans l'expérience précédente, la fluorescence excitée dans la cuve b est très intense.

Deuxième série d'expériences (*fig.* 1). — Un bloc de verre d'urane (ou une cuve



contenant de la fluorescéine) est placé dans une monture métallique pourvue de quatre fenêtres, 1, 2, 3, 4, par lesquelles on excite la fluorescence au moyen d'une source de

lumière placée transversalement. *Il est essentiel que cette source soit de forme invariable et d'intensité constante.* Les fenêtres 5 et 6 du côté I, 7 et 8 du côté II permettent la détermination de k_0 et de k_f. Les plages 5 et 6 sont comparées au moyen d'un photomètre composé d'un prisme biréfringent et d'un nicol mobile sur un cercle divisé. L'angle de duplication du biréfringent est tel que l'observateur voit la partie inférieure de la plage 6 en contact avec la partie supérieure de la plage 5. La comparaison des plages 7 et 8 se fait au moyen d'un photomètre identique au précédent et placé du côté II. α, β, γ désignent les diverses valeurs de l'angle de la section principale du nicol et de la section principale du biréfringent, indiquées dans le Tableau suivant :

Fenêtres fermées.	Angle α correspondant à l'égalité des plages.	Observation du côté :
4	α_1	I.
3	α_2	I.
2	α_3	II.
1	α_4	II.

$$\tang^2 \frac{\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4}{4} = 1 + k_f.$$

Fenêtres fermées.	Angle β correspondant à l'égalité des plages.	Observation du côté :
4 et 2	β_1	I.
3 et 1	β_2	I.
4 et 2	β_3	II.
3 et 1	β_4	II.

$$\tang^2 \frac{\beta_1+\beta_2+\beta_3+\beta_4}{4} = k_0.$$

Fenêtres fermées.	Angle γ correspondant à l'égalité des plages.	Observation du côté :
1	γ_1	I.
2	γ_2	I.
3	γ_3	II.
4	γ_4	II.

$$\tang^2 \frac{\gamma_1+\gamma_2+\gamma_3+\gamma_4}{4} = \frac{1+k_f}{k_0}.$$

Voici les résultats d'une série d'expériences : cube de verre d'urane; lumière excitatrice, lampe Nernst 250 w. :

Distance de la lampe au cube.	
$d = 10^{cm}$	$k_f = 0{,}867$
20	0,855
30	0,830
40	0,860
50	0,840

Les valeurs de k_0, évidemment mieux déterminées que celles de k_f, ont toujours été très voisines de 0,85.

	$\frac{1+k_f}{k_0}$ observé.	$\frac{1+k_f}{k_0}$ calculé en posant $k_f = k_0 = 0{,}85$.
$d = 10^{cm}$	2,13	2,18
25	2,16	2,18
50	2,15	2,18

Les nouvelles expériences qui viennent d'être décrites et dans lesquelles la source de lumière employée est le corps fluorescent lui-même montrent que k_f est égal à k_0 et confirment donc entièrement les résultats que j'avais précédemment publiés.

PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de cristallisation des solutions sursaturées.* Note de M. **Ch. Leenhardt**, présentée par M. Lippmann.

On sait que Tammann a étudié la vitesse linéaire de cristallisation des corps surfondus, c'est-à-dire *la vitesse de propagation de la cristallisation dans un tube de petit diamètre,* maintenu en surfusion à une certaine température. Il a constaté que cette vitesse, nulle par définition au point de fusion du corps étudié, augmentait d'abord quand on opérait la surfusion à des températures de plus en plus basses; puis à 15° ou 20° au-dessous du point de fusion, elle reste constante pendant un intervalle de 30° ou 40° et enfin diminue rapidement et tend vers 0. En général, à ce moment, il y a cristallisation spontanée en certains points du tube en expérience.

Ces résultats sont exactement les mêmes quand, comme je l'ai fait, on effectue les mêmes expériences sur des *solutions sursaturées.*

Avec le sulfate de soude, on est vite arrêté par la cristallisation spontanée, vers 0°, de l'hydrate à 7^{mol} d'eau. On constate cependant l'existence du commencement de la branche de la courbe correspondant à la vitesse de cristallisation constante.

Je me suis alors adressé à l'acétate de soude. On vérifie dans ce cas facilement les résultats de Tammann.

L'acétate de soude cristallisé fond vers 58°. La solution qu'il donne en fondant possède une vitesse de cristallisation qui augmente d'abord, atteint un maximum vers 25°, reste constante jusque vers —20°, puis baisse très brusquement entre —20° et —30° pour être tout à fait inappréciable à —40°. D'ailleurs, à partir de —20°, on voit naître spontanément dans le tube d'expérience des cristaux qui se propagent avec lenteur à cette température.

Cette valeur *constante* entre + 25° et — 20° environ est seule bien définie et indépendante du diamètre du tube en expérience. C'est une *constante de la solution étudiée*. Aussi varie-t-elle naturellement avec la concentration de cette solution. Sa valeur maxima correspond à la solution provenant de la fusion du sel cristallisé $C^2H^3O^2Na, 3H^2O$. Elle est de $0^{cm},7$ par seconde.

Qu'arrive-t-il si l'on opère sur des solutions plus ou moins concentrées que celles dont la composition correspond à celle du sel cristallisé?

J'ai opéré, pour étudier cette question, sur l'hyposulfite de soude qui présente sur l'acétate un double avantage : sa vitesse de cristallisation est plus faible ($0^{cm},185$ par seconde, valeur maxima) et par suite plus facile à mesurer avec précision; de plus on peut obtenir des solutions beaucoup plus concentrées que celle qui correspond au sel cristallisé $S^2O^3Na^2, 5H^2O$ fondu. Il suffit pour cela d'opérer la dissolution du sel anhydre dans l'eau, en quantités pesées, au-dessus de 65°. On constate alors au point A, où la composition de la solution est celle du sel cristallisé, une vitesse maxima; pour des concentrations plus faibles, la vitesse diminue et l'on obtient la courbe I; pour des concentrations plus fortes, elle diminue également et l'on obtient la courbe II.

Il est intéressant de constater que la forme de la courbe II est l'expression de la loi suivante : « La diminution de la vitesse de cristallisation est proportionnelle à la racine carrée de la quantité de sel anhydre dissoute dans une même quantité de sel cristallisé. »

C'est la loi même obtenue par M. von Pickardt en dissolvant un corps, en quantité variable, dans un autre corps pur surfondu. Le sel anhydre joue donc le rôle d'une impureté vis-à-vis du sel cristallisé fondu. Je me propose d'essayer d'étendre et de compléter ces résultats par l'étude d'autres sels.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation des composés binaires des métaux par l'aluminothermie.* Note de MM. C. **Matignon** et R. **Trannoy**.

Nous pouvons confirmer les résultats énoncés récemment par M. Colani ([1]) relativement à une application nouvelle de l'aluminothermie. Nous avons préparé des phosphures, arséniures, siliciures et borures en utilisant les propriétés réductrices de l'aluminium. Ces préparations ont été faites publiquement au Collège de France (1902-1903) en utilisant souvent un mode opératoire un peu différent de celui mis en œuvre par M. Colani.

Phosphures et arséniures. — Au lieu d'employer le phosphore ou l'arsenic dans le mélange, nous sommes toujours partis de phosphates ou arséniates bien définis, additionnés, s'il est nécessaire, d'une quantité complémentaire de l'oxyde. Nous nous sommes surtout attachés à obtenir les phosphures les plus riches en métal, plus stables que les autres, facilement dissociables en phosphore et phosphure inférieur. C'est ainsi que nous avons obtenu facilement les phosphures inférieurs de cuivre, manganèse, fer, nickel, etc. Nous avons préparé aussi quelques arséniures.

Siliciures. — Les siliciures de Mn, Cr, Cu, Ni, Co, Fe, étudiés par M. Lebeau, ont été préparés facilement en provoquant la réaction dans le mélange fortement chauffé d'oxyde, de silice et d'aluminium.

Borures. — On a essayé la préparation des borures de Mn, Fe; nous avons opéré sur le mélange d'anhydride borique et d'oxyde salin de manganèse, employés dans la proportion de Mn pour Bo. Le culot bien séparé était constitué par un agrégat de *magnifiques aiguilles très brillantes.* Le borure de fer préparé dans les mêmes conditions nous a donné un culot très remarquablement difficile à briser, dont la cassure cristalline laisse apercevoir des géodes tapissées d'aiguilles prismatiques.

Comme l'a fait remarquer M. Colani il est difficile d'éviter la présence d'un peu d'aluminium dans les produits ainsi préparés.

En prenant les précautions indiquées par la pratique de l'aluminothermie, nous avons obtenu dans tous les cas un culot du composé bien séparé de sa gangue; il est souvent nécessaire, pour obtenir ce résultat, de provoquer la réaction dans le mélange initial porté préalablement à 1000°.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 33.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction par le bore amorphe de l'oxyde de thorium et sur la préparation de deux borures de thorium.* Note de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. H. Moissan.

MM. Moissan et Étard (1) ont montré que le carbone réduit l'oxyde de thorium au four électrique et donne un carbure défini et cristallisé. Le bore amorphe se comporte d'une façon analogue.

Si l'on chauffe, dans une nacelle de charbon au four électrique à tube, un mélange, aggloméré en pastilles, de thorine et de bore, on obtient, après 3 minutes de marche à 500 ampères sous 100 volts, un produit non fondu, conservant la forme primitive des pastilles, mais d'apparence entièrement métallique. La fusion ne se produit qu'après plusieurs minutes de chauffe avec un courant de 700 ampères.

Les fontes obtenues sont d'une couleur jaune bronzée très claire lorsque leur teneur en bore est faible, d'une couleur rouge lorsqu'elles sont plus riches. Elles sont très dures et présentent dans leur masse des géodes de petits cristaux en aiguilles. Elles sont légèrement carburées dans la partie qui était au contact de la nacelle.

L'acide chlorhydrique, étendu ou concentré, attaque ces fontes, lentement à froid, plus vivement à chaud; il se dégage un mélange d'hydrogène brûlant avec une flamme verte et de carbures d'hydrogène en petite quantité; l'attaque s'arrête rapidement. L'acide azotique les dissout facilement en laissant un léger résidu composé d'un peu d'oxyde non réduit et de borure de carbone amorphe et friable.

Lorsque la quantité de bore employée est exactement suffisante pour la réduction, la fonte obtenue contient néanmoins 10 pour 100 environ de métalloïde; elle laisse, après dissolution dans l'acide azotique, un résidu abondant d'oxyde non réduit. Si l'on augmente la proportion de bore dans le mélange chauffé, la fusion devient de plus en plus difficile : une partie du bore se volatilise et les fontes les plus riches, ainsi préparées, n'en contiennent pas plus de 17 pour 100.

Séparation du borure ThB^4. — Les fontes dont la teneur en bore ne dépasse pas 10 à 12 pour 100, décrites précédemment, sont pulvérisées et traitées par l'acide chlorhydrique au dixième jusqu'à cessation de l'attaque : le résidu, lavé et séché, pré-

(1) H. Moissan et Étard, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 573.

sente l'aspect d'une poudre métallique, de couleur légèrement jaune, dans laquelle on distingue des fragments brisés de cristaux prismatiques allongés.

Sa densité est voisine de 7,5 à 15°. Ce borure de thorium légèrement chauffé s'enflamme au contact du fluor. Le chlore l'attaque au-dessous du rouge sans incandescence. Chauffé très fortement dans l'oxygène il s'oxyde superficiellement. Il n'est pas altéré dans un courant d'azote à la température du rouge blanc. La vapeur de soufre l'attaque au-dessous du rouge; il se produit du sulfure de bore que l'eau décompose avec formation d'acide borique et dégagement d'hydrogène sulfuré et du sulfure de thorium attaquable par l'acide chlorhydrique. Le gaz chlorhydrique sec attaque le borure de thorium au-dessous du rouge : il se dégage de l'hydrogène et du chlorure de bore; l'acide chlorhydrique concentré l'attaque lentement à froid, vivement à chaud; l'acide sulfurique, étendu ou concentré, n'a d'action sur lui qu'à chaud, tandis que l'acide azotique le dissout facilement à froid. Projeté dans la potasse fondue, il brûle avec une vive incandescence, mais les solutions alcalines sont sans action sur lui.

Analyse. — Un poids déterminé de borure de thorium est dissous dans l'acide azotique; le léger résidu non dissous est pesé sur filtre taré, et son poids est retranché de la prise d'essai.

L'acide borique est séparé par distillation avec de l'alcool méthylique dans l'appareil décrit par M. Moissan (¹), puis dosé par un titrage alcalimétrique suivant la méthode de Jones modifiée par Stock (²).

Le nitrate de thorium est évaporé et calciné dans un creuset taré; le poids de métal se déduit du poids de l'oxyde.

L'analyse d'échantillons provenant de préparations différentes a donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.
Thorium	83,2	83,6	83,1
Bore	15,8	16,1	15,9

En prenant pour poids atomique du thorium 232,5, le borure ThB^4 contient 15,9 pour 100 de bore et 84,1 pour 100 de thorium. La composition du borure étudié est donc représentée par la formule ThB^4.

Séparation du borure ThB^6. — Les fontes de thorium obtenues avec un excès de bore et qui en contiennent plus de 12 pour 100, ne sont pas homogènes. Dans leur cassure, on remarque des plages de couleurs différentes variant du jaune bronzé clair jusqu'au rouge. Ces fontes pulvérisées, et traitées par l'acide chlorhydrique étendu, laissent, après cessation de l'attaque, un résidu dans lequel on retrouve une quantité variable du borure précédemment décrit, mélangée avec un produit non cristallisé, à reflets

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXVI, p. 1087.
(²) A. Stock, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 516.

métalliques et de couleur rouge violacée. Ce corps peut être séparé du borure ThB^4 par l'action de l'acide chlorhydrique concentré qui dissout seulement ce dernier.

Le second borure ainsi obtenu n'est attaqué ni par les acides fluorhydrique, chlorhydrique et sulfurique, ni par les solutions alcalines; il se dissout, au contraire, facilement dans l'acide azotique même étendu, mais à chaud seulement. Légèrement chauffé, il brûle dans le fluor; au rouge le chlore l'attaque sans incandescence et l'oxygène l'oxyde superficiellement. Il n'est pas altéré dans l'azote au rouge blanc. Chauffé dans la vapeur de soufre, il donne du sulfure de bore et du sulfure de thorium. Le gaz chlorhydrique sec l'attaque seulement au rouge. Sa densité est voisine de 6,4 à 15°.

Analyse. — Les analyses de ce borure ont été faites de la même façon que celles du borure précédemment décrit. Elles ont donné les résultats suivants :

	I.	II.	III.	Théorie pour ThB^6.
Thorium...........	77,8	78,2	78	77,9
Bore..............	21,8	21,5	21,9	22,1

La composition du borure étudié est donc représentée par la formule ThB^6.

Ce borure peut être rangé à la suite des borures CaB^6, SrB^6, BaB^6 préparés par M. Moissan au four électrique ([1]).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de la résine de gaiac.* Note de MM. **P. Petit** et **Mayer**.

Berzélius a indiqué que la résine de gaïac se colorait en bleu par des actions oxydantes ménagées et aussi par divers sels métalliques, tandis qu'une oxydation prolongée faisait disparaître la couleur. Ces réactions nous ont semblé présenter quelque intérêt à cause de l'emploi fait de la teinture de gaïac au point de vue de la présence des enzymes.

Nous avons constaté que la teinture de gaïac donnait même dans l'hydrogène une teinte bleue très forte avec des doses de fer ou de manganèse de $0^{mg},02$ dans 100^{cm^3} en considérant des sels ferriques ou manganiques et que le nitrate ou le carbonate d'argent se comportait de même. Avec le chlorure ferrique il y a réduction à l'état de sel ferreux comme l'indique la coloration bleue au ferricyanure et aussi le fait que la teinte bleue initiale disparaît peu à peu et peut être ramenée par une addition d'eau oxygénée; avec le nitrate d'argent la décoloration qui se produit bientôt est accompagnée d'une précipitation d'un mélange d'oxyde d'argent et d'argent métal-

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 629.

lique, ce qui indique aussi la réduction. On peut constater d'ailleurs que le gaïac met en liberté l'acide nitrique du sel d'argent et cela d'une façon presque quantitative.

Le chlorure ferreux ne donne avec le gaïac aucune coloration dans l'hydrogène mais elle apparaît par le moindre trace d'air; au contraire le chlorure manganenx ne se teinte pas même au contact de l'air; si l'on ajoute au chlorure manganeux de la soude, puis une quantité équivalente d'acides lactique ou acétique, la coloration bleue apparaît très intense à l'air.

Le gaïac ne décompose donc pas le chlorure manganeux tandis qu'il agit immédiatement sur le lactate ou l'acétate. L'acide citrique gêne même à faible dose la coloration avec le chlorure ferrique et il en est de même pour le citrate de fer.

La teinture de gaïac dissout dans l'hydrogène des oxydes ferreux, manganeux et manganique; la première solution est incolore et bleuit à l'air peu à peu ou immédiatement par l'eau oxygénée; la solution manganeuse ne se colore à l'air qu'en présence d'une trace d'acides lactique ou acétique, enfin la solution manganique verte dans l'hydrogène bleuit à l'air par une trace d'acide ou par l'eau oxygénée.

Quant à l'oxyde ferrique, la coloration ne se produit que si le liquide est riche en alcool ou si l'on emploie beaucoup de teinture. Par exemple, en faisant digérer à l'air ou dans l'hydrogène de l'oxyde ferrique humide avec quelques gouttes de teinture de gaïac, le liquide reste incolore; mais, si l'on ajoute de l'alcool, la teinte bleue apparaît; de même, si l'on filtre et que l'on chauffe l'oxyde avec de l'alcool, celui-ci montre une teinte bleue nette; la coloration est plus forte si on laisse quelques instants l'oxyde imprégné de gaïac à l'air avant d'épuiser par l'alcool. Il semble donc qu'il y ait une combinaison d'un élément du gaïac avec l'oxyde ferrique, combinaison très peu soluble dans l'eau et se dissolvant dans l'alcool.

La matière colorante bleue obtenue avec le gaïac et les sels ferrique, manganique ou argentique est soluble dans le chloroforme et l'alcool, très peu dans la benzine, mais les solutions dans ces agents se décolorent très vite et avec l'argent il y a précipitation rapide d'oxyde et de métal.

En présence d'albumine du blanc d'œuf la sensibilité de la réaction avec le gaïac est notablement diminuée et dépend alors de l'acidité; une solution d'albumine à 2 pour 100, neutre, n'indique au gaïac une teinte bleue perceptible qu'avec $27^{mg},6$ de fer à l'état de chlorure ferrique pour 100^{cm^3} et la teinte est fortement accrue par addition d'eau oxygénée. Le Tableau suivant donne les doses de fer à l'état de chlorure ferrique pour 100^{cm^3}, donnant

la coloration pour diverses acidités en acide lactique, exprimées en milligrammes pour 100^{cm^3}.

Acidités	0	8,35	13,9	27,9	50,1	83,1	111,6
Fer	27,6	27,1	23,0	18,8	14,7	13,8	13,8

La dose minima de fer nécessaire pour une même acidité varie d'ailleurs avec l'albumine employée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des éthers chloracétiques sur les dérivés halogéno-magnésiens de l'orthotoluidine.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

Le monochloracétate d'éthyle réagit énergiquement sur l'iodure de magnésium orthotoluidine. Au point de vue du résultat obtenu, il y a deux cas à considérer :

1° Si l'organo-magnésien est en dissolution dans l'éther, il se forme presque quantitativement de l'iodacétoluide ortho

$$CH^3 - C^6H^4 - NH - CO - CH^2I;$$

2° Si, comme cela arrive quelquefois, l'organo-magnésien se coagule spontanément, le rendement en iodacétoluide est faible. Le principal produit de l'opération est alors l'iodacétate d'éthyle.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1597), j'ai montré que, sur l'iodure de magnésium phénylamine (coagulé dans les conditions de l'expérience), l'iodacétate d'éthyle n'agit sensiblement pas. Il n'en est plus de même quand on fait tomber cet éther-sel dans une dissolution éthérée d'iodure de magnésium orthotoluidine; une réaction assez vive se déclare et fournit avec un bon rendement l'iodacétoluide ortho.

L'iodacétoluide ortho cristallise dans l'alcool en longues aiguilles blanches qui fondent en se décomposant légèrement à 142°.

Le monochloracétate d'éthyle réagit, à la température du laboratoire, sur le bromure de magnésium orthotoluidine. Dans l'opération que j'ai effectuée (l'organo-magnésien s'étant spontanément coagulé), j'ai obtenu avec un rendement de 50 pour 100 environ le chloracétoluide ortho

$$CH^3 - C^6H^4 - NH - CO - CH^2Cl;$$

il y a eu en même temps formation d'un composé, fusible au-dessous de 95°, qu'il ne m'a pas été jusqu'ici possible d'obtenir à l'état pur.

Le dichloracétoluide ortho

$$CH^3 - C^6H^4 - NH - CO - CHCl^2$$

se forme avec un bon rendement dans l'action du dichloracétate d'éthyle soit sur $CH^3 - C^6H^4 - NH - Mg - I$, soit sur $CH^3 - C^6H^4 - NH - Mg - Br$. Il est souillé dans le premier cas par une petite quantité d'un produit iodé, dont on ne peut le débarrasser que par une série de cristallisations fractionnées.

Ce composé cristallise dans l'alcool étendu en longues aiguilles blanches facilement sublimables, fusibles sans décomposition à 134°.

Le trichloracétoluide ortho

$$CH^3 - C^6H^4 - NH - CO - CCl^3$$

a été obtenu en faisant agir le trichloracétate d'éthyle sur l'iodure de magnésium orthotoluidine. Il cristallise dans l'alcool étendu en longues aiguilles blanches, fusibles sans décomposition à 95°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'éthylamine et de l'isobutylamine sur le cæsium.* Note de M. **E. Rengade**, présentée par M. H. Moissan.

J'ai montré antérieurement (¹) que la méthylamine réagit sur le cæsium en donnant un ammonium instable se décomposant en hydrogène et méthylamidure de cæsium. Afin de rechercher si cette réaction s'appliquait aux autres amines primaires grasses, j'ai expérimenté l'éthylamine et l'isobutylamine. Ces corps avaient été préparés par l'action du brome et de la potasse sur les amides, et les chlorhydrates avaient été purifiés par cristallisations dans l'alcool absolu.

Quand on condense de l'éthylamine sur du cæsium bien propre, on observe que le liquide, d'abord incolore, se colore peu à peu en bleu. Cette coloration disparaît du reste assez vite, mais reparaît si l'on agite le tube à robinet où se fait la réaction, ou mieux si l'on chauffe légèrement, de manière à fondre le métal. Celui-ci prend alors l'apparence d'un globule de mercure qui dégage de nombreuses bulles gazeuses au contact de l'amine, tandis que celle-ci se colore en bleu assez foncé. Craignant que ce phénomène ne tînt à la présence d'une petite quantité d'ammoniac, j'ai purifié la base par la méthode indiquée par Jarry (²). Les résultats ont été les mêmes. Du reste, dans les mêmes circonstances, ni le sodium, ni le calcium

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXIV, 1897, p. 963.
(²) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 246.

ne donnent la moindre coloration bleue. Celle-ci est donc due vraisemblablement à un cæsium-éthylammonium très instable, qui se décompose au fur et à mesure qu'il se forme. Si en effet on laisse en contact, en agitant de temps à autre, le métal fondu et l'amine, on obtient en quelques heures une solution complète. En ouvrant le tube dans le vide de la trompe à mercure, on recueille, outre l'excès d'amine, un volume d'hydrogène conforme à l'équation :

$$C^2H^5NH^2 + Cs = C^2H^5NHCs + H.$$

L'augmentation de poids du tube à expérience, dans lequel on avait préalablement pesé le métal, vérifie également cette formule (Trouvé : augmentation de poids, 33,04 et 33,20 pour 100 au lieu de 33,08 pour 100; hydrogène dégagé par milliatome, $11^{cm^3},4$ au lieu de $11^{cm^3},2$).

L'éthylamidure de cæsium se présente sous forme de longues aiguilles blanches très facilement solubles dans l'éthylamine. L'action ménagée de l'air le jaunit rapidement. Projeté dans l'air humide, ils s'enflamme avec de légères détonations. Il en est de même si on le chauffe brusquement.

En faisant arriver très lentement de la vapeur d'eau sur ce corps, dans le vide, à la température ordinaire, il se dissout sans dégagement gazeux, et cette solution exige, pour être neutralisée, 20^{cm^3} d'acide sulfurique décinormal par milliatome de cæsium mis en œuvre (trouvé $20^{cm^3},08$). L'éthylamidure s'est donc décomposé au contact de l'eau en éthylamine et hydrate de cæsium $C^2H^5NHCs + H^2O = C^2H^5NH^2 + CsOH$.

Chauffé lentement au bain d'huile, il fond vers 105°-110° en dégageant une assez grande quantité de gaz. Ces gaz sont, au début, constitués par de l'hydrogène pur; vers la fin de la réaction, il s'y mélange du formène et un peu d'éthylène. C'est ainsi qu'un poids de $0^g,3055$ d'éthylamidure a donné 55^{cm^3} d'hydrogène, $6^{cm^3},7$ de formène et $0^{cm^3},75$ d'éthylène. Cette décomposition est donc complexe.

L'action de l'isobutylamine est comparable à celle de l'éthylamine. Mais ici le métal se dissout sans coloration bleue. En évaporant l'excès d'amine, on obtient l'isobutylamidure de cæsium cristallisé en aiguilles blanches, très soluble dans la butylamine. L'hydrogène dégagé dans la réaction et l'augmentation de poids du tube vérifient l'équation

$$C^4H^9NH^2 + Cs = C^4H^9NHCs + H.$$

Cet amidure est plus stable que le précédent : à l'air humide, il brunit et s'enflamme quelquefois, mais sans détoner. En faisant arriver brusquement une quantité suffisante d'eau dans le tube vide d'air qui le contient, on obtient la réaction

$$C^4H^9NHCs + H^2O = C^4H^9NH^2 + CsOH$$

(alcalinité de la solution par milliatome de cæsium : $19^{cm^3},6$ au lieu de 20^{cm^3}).

Chauffé à 110°, il se décompose avec dégagement gazeux et, comme précédemment, la réaction est complexe. Il se produit tout d'abord de l'hydrogène, puis un mélange

de ce gaz avec du propane et du propylène. Avec l'isobutylamidure correspondant à $0^g,1935$ de cæsium, on a obtenu 46^{cm^3} d'hydrogène, $7^{cm^3},7$ de propane et $7^{cm^3},2$ de propylène.

De ces expériences il résulte que les amines primaires de la série grasse réagissent sur le cæsium en donnant comme produit final un amidure substitué; avec les premiers termes, il se produit transitoirement un ammonium instable. Ces dérivés sont assez peu stables; ils se décomposent très facilement au contact de l'air ou à une température d'environ 110°. Avec l'eau ils donnent de l'hydrate de cæsium et régénèrent l'amine.

J'ai observé, en outre, que l'on peut très facilement passer de l'un de ces amidures aux autres par l'action directe des amines correspondantes ou de l'ammoniac. Ainsi l'ammoniac liquéfié dissout l'éthylamidure de cæsium; mais, après évaporation de l'excès de liquide, il reste des cristaux d'amidure de cæsium. La perte de poids du tube correspond exactement au remplacement de CH^3 par H :

$$CH^3NHCs + NH^3 = CH^3NH^2 + NH^2Cs.$$

Réciproquement, si l'on condense sur cet amidure un excès d'éthylamine, et qu'on évapore le liquide, on retombe sur l'éthylamidure : le tube reprend exactement son poids primitif. De même, l'isobutylamine déplace l'éthylamine de l'éthylamidure de cæsium, et inversement. En présence de quantités limitées de deux amines, il y aurait évidemment un équilibre. Mais, en prenant un grand excès de l'une d'elles, le déplacement est total.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essais de réduction dans la série des composés du dinitrodiphénylméthane*. Note de M. **H. Duval**, présentée par M. H. Moissan.

Le point de départ pour cette étude a été le diparaaminodiphénylméthane purifié par distillation dans le vide.

Acide dinitrodiphénylméthane dicarbonique. — Le diparaaminodiphénylméthane a été transformé dans le nitrile correspondant en suivant les indications de Schöpff. Après distillation, purification et cristallisation dans l'alcool le nitrile fondait à 169° sur le bloc Maquenne. La saponification par l'acide sulfurique fournit l'acide fondant après cristallisation à 323°.

L'acide diphénylméthane dicarbonique peut être facilement nitré en opérant de la façon suivante :

On ajoute peu à peu et en agitant 5^g d'acide diphénylméthane dicarbonique pulvérisé

et tamisé à un mélange nitrant composé de 80g d'acide azotique de densité 1,45 pour 150g d'acide sulfurique concentré et maintenu à une température inférieure à 0° (vers −5°). On laisse ensuite reposer et la température remonter en ayant soin d'agiter de temps en temps jusqu'à dissolution complète de l'acide introduit. Il suffit ensuite de verser sur la glace, de laver le précipité et de le faire cristalliser dans l'alcool. Soluble dans l'acétone, l'alcool, à chaud dans l'acide acétique et le nitrobenzène, insoluble dans l'éther, le benzène, la ligroïne. Cristaux fondant à 278°.

Formule :

$$\begin{matrix} AzO^2 \\ CO^2H \end{matrix} \Big> C^6H^3 - CH^2 - C^6H^3 \Big< \begin{matrix} AzO^2 \\ CO^2H \end{matrix}.$$

Dinitrodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle. — En faisant passer un courant d'acide chlorhydrique sec dans la solution éthylique chaude de cet acide, on obtient l'éther correspondant qui cristallise peu à peu par suite de sa très faible solubilité dans l'alcool. On essore et l'on fait recristalliser dans l'alcool.

Modérément soluble dans l'alcool bouillant, à peine soluble à froid, très peu soluble dans l'éther; insoluble dans les lessives étendues alors que

$$(2)\ AzO^2 - C^6H^4 - CH^2 - C^6H^4 - AzO^2\ (2)$$

est indiqué comme soluble par MM. Schmitzspahn et Bertram. Fond à 117°.

$$\text{Formule : } \begin{matrix} AzO^2 \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} \Big> C^6H^3 - CH^2 - C^6H^3 \Big< \begin{matrix} AzO^2 \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}.$$

Diaminodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle. — La réduction du composé précédent m'a donné exclusivement l'amine correspondante. Le plus simple est d'employer la méthode de M. Bamberger et de réduire par la poudre de zinc le chlorhydrate d'ammoniaque et l'alcool à l'ébullition.

On prend 3g d'éther nitré, 100cm³ d'alcool, 15cm³ d'eau, 10cm³ de solution normale de chlorhydrate d'ammoniaque et l'on ajoute la poudre de zinc dans le liquide bouillant. Au bout de 1 heure on filtre, on laisse refroidir et l'on obtient des cristaux constituant principalement l'amine. On éliminera l'acide provenant d'une saponification de l'éther au moyen d'une lessive alcaline, on extraira ensuite l'amine au moyen d'une solution acide et on la reprécipitera par l'ammoniaque; faire ensuite cristalliser dans l'alcool.

Assez soluble dans l'alcool chaud, peu soluble à froid, soluble dans l'éther, le benzène et surtout acétone. Cristallise en aiguilles fondant à 148°.

$$\text{Formule : } \begin{matrix} AzH^2 \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} \Big> C^6H^3 - CH^2 - C^6H^3 \Big< \begin{matrix} AzH^2 \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix}.$$

Acide diaminodiphénylméthane dicarbonique. — On saponifie à l'ébullition l'éther précédent par une solution alcoolique de potasse, on neutralise exactement, on filtre, on lave le précipité et on le fait cristalliser dans l'alcool.

Très peu soluble à froid dans l'éther, l'acétone, l'alcool; facilement soluble dans les

acides et les alcalis; cristaux fondant à 329°.

$$\text{Formule : } \begin{matrix} AzH^2 \\ CO^2H \end{matrix} \!\!>\! C^6H^3 - CH^2 - C^6H^3 \!<\!\! \begin{matrix} AzH^2 \\ CO^2H \end{matrix}.$$

Le diparaaminodiphénylméthane peut être nitré directement; il suffit, pour cela, de suivre exactement la méthode indiquée par M. Schnitzspahn. On obtient, ainsi que l'a démontré cet auteur, le composé

$$\begin{matrix} (2)\ AzO^2 \\ (4)\ AzH^2 \end{matrix} \!\!>\! C^6H^3 - \underset{(1)}{CH^2} - C^6H^3 \!<\!\! \begin{matrix} AzO^2\ (2) \\ AzH^2\ (4) \end{matrix}$$

fondant à 205°.

Azoxydiparaaminodiphénylméthane. — La réduction par la méthode de M. Bamberger m'a permis cette fois de préparer un dérivé azoxyque et, par réduction de ce dernier, un azoïque.

On prend 20g de dinitrodiaminodiphénylméthane, 250cm³ d'alcool, 50cm³ d'eau, 40cm³ de solution normale de chlorhydrate d'ammoniaque et l'on ajoute peu à peu un excès de poudre de zinc; la réaction amorcée se poursuit d'elle-même. Tout le produit entre peu à peu en solution; terminer en chauffant 1 heure au bain-marie; essorer, ajouter quelques gouttes de lessive de potasse et faire passer un courant d'air dans la solution qui fonce alors en couleur et laisse précipiter de l'azoxy impur. On le purifie par épuisement fractionné, traitement au noir animal et cristallisation dans l'alcool. Sécher le produit d'abord à froid, terminer à 115°.

Soluble dans l'acide acétique et la pyridine chauds, peu soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène, insoluble dans l'eau, la ligroïne. Aiguilles jaune clair fondant à 272°.

$$\text{Formule : } AzH^2 - C^6H^3 \!<\!\! \begin{matrix} Az - O - Az \\ CH^2 \end{matrix} \!\!>\! C^6H^3AzH^2.$$

Azodiparaaminodiphénylméthane. — L'azoxy est transformé en azo de la façon suivante : On prend 1g d'azoxy, 100cm³ d'alcool, 5g de lessive de potasse, 7cm³ d'eau, on ajoute peu à peu à l'ébullition la poudre de zinc et l'on chauffe jusqu'à complète décoloration, on essore et l'on oxyde l'hydrazo par un courant d'air ou l'oxyde de mercure. On élimine alors la majeure partie de l'alcool, on filtre et on lave les cristaux déposés et l'on fait cristalliser dans peu d'alcool. On sèche à froid d'abord, puis à 115°. Aiguilles jaune vif, solubles dans l'alcool, l'acétone, un peu solubles dans l'eau chaude, peu solubles dans l'éther, insolubles dans le benzène.

Fond à 233°.

$$\text{Formule : } AzH^2 - C^6H^3 \!<\!\! \begin{matrix} Az = Az \\ CH^2 \end{matrix} \!\!>\! C^6H^3AzH^2.$$

J'ai l'intention de poursuivre prochainement ce travail et d'étudier la benzidination

de l'hydrazine correspondante suivant la réaction

$$C^6H^4\begin{matrix}\diagup AzH - AzH \diagdown \\ \diagdown CH^2 \diagup \end{matrix}C^6H^4 = AzH^2 - C^6H^3\underset{\diagdown CH^2\diagup}{\overline{\qquad}}C^6H^3 - AzH^2.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation du chloral avec les hydrocarbures aromatiques sous l'influence du chlorure d'aluminium.* Note de M. **Adolphe Dinesmann**, présentée par M. A. Haller.

L'action du chloral sur le benzène, en présence du chlorure d'aluminium, a été déjà étudiée par Alphonse Combes et par Fritsch.

Le premier de ces auteurs obtint un produit huileux qu'il considéra comme le chlorhydrate de l'aldéhyde dichlorophénylacétique

$$C^6H^5 - CCl^2 - CHO, HCl,$$

(*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 678).

Fritsch, au contraire, observa la formation d'un produit qui, sous l'action des alcalis, dégageait une odeur de benzaldéhyde et de chloroforme (*Liebig's Annalen*, t. CCXCVI, p. 347).

J'ai repris l'étude de cette réaction, et j'ai reconnu qu'elle donnait naissance, avec d'excellents rendements dans les conditions où je me suis placé, à du trichlorométhylphénylcarbinol $C^6H^5 - CHOH - CCl^3$, résultant de l'union intégrale du benzène et du chloral à molécules égales. En répétant la réaction avec le toluène, le paraxylène et l'anisol, j'ai pu montrer qu'elle possédait un caractère général.

Trichlorométhylphénylcarbinol $C^6H^5 - CHOH - CCl^3$. — A 200^g de chloral anhydre dissous dans 1000^g de benzène bien sec, on ajoute peu à peu, en 3 heures et en agitant sans cesse, 40^g de chlorure d'aluminium pulvérisé. La température de la liqueur s'élève très légèrement; il ne se dégage pas d'acide chlorhydrique. La solution, au début à peine colorée, se fonce graduellement et se trouve finalement presque noire. Après 12 heures de contact, on jette le mélange dans un excès d'eau froide, on lave à l'eau la couche benzénique qui présente une belle fluorescence verte, on la sèche sur le chlorure de calcium, on évapore le benzène, et l'on rectifie le résidu par distillation dans le vide. On recueille à 156°-164°, sous 23^{mm}, 215^g d'une huile épaisse, qui, au contact d'un cristal obtenu à l'avance, se prend tout entière en une masse solide très compacte. Si l'on dissout le tout dans le tiers de son poids d'éther de pétrole bouillant, il se dépose par refroidissement de volumineux et très beaux cristaux, fusibles à 37°. Le corps pur distille à 145° (corr.) sous 15^{mm}.

Le produit ainsi obtenu est identique au composé que Jotsitch a préparé en faisant

agir le chloral $CCl^3 - CHO$ sur le bromure de phénylmagnésium $C^6H^5 - MgBr$ (*Journ. Soc. Phys. Ch. R.*, t. XXXIV, p. 96), ce qui fixe sa constitution.

J'ai répété l'expérience de Combes, en suivant aussi exactement que possible ses indications. En opposition avec les conclusions de cet auteur, j'ai pu extraire du produit brut de la réaction près de 80 pour 100 de son poids de trichlorométhylphénylcarbinol.

L'éther benzoïque $C^6H^5 - CHO(CO - C^6H^5) - CCl^3$, que j'ai préparé en traitant à chaud le corps par le chlorure de benzoyle, cristallise dans l'alcool en belles aiguilles, qui fondent à 97°-98°.

Le trichlorométhylphénylcarbinol réduit à froid le nitrate d'argent ammoniacal; il agit plus lentement sur la liqueur de Fehling.

Oxydé par le mélange chromique, il fournit presque quantitativement la trichloracétophénone $C^6H^5 - CO - CCl^3$, que Gautier a déjà préparée, en faisant agir le chlorure de trichloracétyle CCl^3COCl sur le benzène en présence de chlorure d'aluminium (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. XIV, p. 398).

Si l'on réduit à froid le trichlorométhylphénylcarbinol par la poudre de zinc et l'acide acétique cristallisable, on obtient un dichlorostyrolène bouillant à 91°-93° sous 10mm, et dont la constitution, étant donnée son origine, ne peut être représentée que par la formule $C^6H^5 - CH = CCl^2$. Ce corps a déjà été obtenu par Faworsky et Jotsitch en réduisant l'éther acétique du trichlorométhylphénylcarbinol par le zinc et l'alcool (Faworsky et Jotsitch, *Journ. Soc. Phys. Ch. R.*, t. XXX, p. 998; C. 1899, t. I, p. 778).

J'ai préparé, par l'action de l'acide azotique fumant sur le dichlorostyrolène, un dérivé mononitré qui fond à 93°. Ce dernier, par réduction au moyen du zinc et de l'acide acétique, donne une amine fusible à 99°-100°; en même temps il se forme un composé azoïque $C^{16}H^{10}Az^2Cl^4$, qui cristallise dans l'alcool en lamelles rougeâtres fondant à 146°-147°.

Trichlorométhyl-paratolylcarbinol : $C^6H^4 \begin{cases} CH^3(1) \\ CHOHCCl^3(4) \end{cases}$. — La méthode observée pour obtenir cet alcool trichloré ainsi que les suivants est analogue à celle qui vient d'être décrite pour le premier terme.

Le corps pur distille à 154°-156° sous 13mm,5 et fond à 63°-64°. Il est identique au composé déjà préparé par Jotsitch, en condensant le chloral avec le parabromotolylmagnésium (*Journ. Ph. Ch. R.*, t. XXXIV, p. 97), ce qui établit sa constitution.

J'ai préparé l'éther acétique et l'éther benzoïque, qui fondent respectivement à 107°-108° et à 100°-101°.

Par oxydation chromique, le trichlorométhyl-paratolylcarbinol fournit la cétone trichlorée correspondante; celle-ci n'a pu être obtenue que mélangée à de l'alcool trichloré ayant échappé à l'oxydation; sous l'action des alcalis, ce mélange fournit du chloroforme et de l'acide paratoluique.

Trichlorométhyl-paraxylylcarbinol: $C^6H^3 \begin{cases} CH^3(1) \\ CH^3(4) \\ CHOHCCl^3 \end{cases}$. — Beaux cristaux fusibles à 61°-61°,5.

Les éthers acétique et benzoïque fondent respectivement à 85°-87° et 112°,5-113°,5.

Étant donnée la symétrie de la formule du paraxylène, ce carbure ne peut donner par condensation avec le chloral qu'un seul dérivé, dont la structure se trouve par là même établie.

Trichlorométhyl-paraméthoxyphénylcarbinol : $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OCH^3(1)\\CHOH-CCl^3(4)\end{matrix}\right.$. — Ce composé fond à 55°-56° et bout à 184°-186° sous 16^{mm}.

L'éther acétique fond à 79°-81°.

Son produit brut d'oxydation chromique se dédouble, sous l'action de la potasse, en chloroforme et acide anisique, ce qui fixe sa constitution.

On voit, *en résumé*, que, dans les conditions de mes expériences, le chlorure d'aluminium condense le chloral avec les hydrocarbures aromatiques, non pas conformément à la réaction classique de Friedel et Crafts, mais sans élimination d'hydracide. Les corps obtenus sont des alcools secondaires, résultant de l'union intégrale et à molécules égales des carbures avec le chloral et répondant à la formule générale

$$R-CHOH-CCl^3.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la* 3,3 *diméthylbutyrolactone*. Note de M. G. **Blanc**, présentée par M. A. Haller.

M. E. Blaise a montré autrefois (1) qu'on pouvait obtenir la 3,3 diméthylbutyrolactone en réduisant l'anhydride αα-diméthylsuccinique par l'amalgame de sodium en *solution acide :*

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\begin{matrix}C-CO\\|\\CH^2-CO\end{matrix}\!\!>\!O \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\begin{matrix}C-CH^2\\|\\CH^2-CO\end{matrix}\!\!>\!O.$$

Ayant récemment transformé la 2,2 diméthylbutyrolactone en acide αα-diméthyladipique, j'ai songé à obtenir de même l'acide ββ-diméthyladipique à partir de la lactone de M. Blaise. La série des transformations suivantes devrait conduire au résultat :

$$\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\begin{matrix}C-CH^2\\|\\CH^2-CO\end{matrix}\!\!>\!O \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\begin{matrix}C.CH^2.Br\\|\\CH^2.CO^2.C^2H^5\end{matrix}$$

$$+\ NaCH\left\langle\begin{matrix}CN\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right. = NaBr + \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\begin{matrix}C-CH^2-CH\left\langle\begin{matrix}CN\\CO^2C^2H^5\end{matrix}\right.\\|\\CH^2-CO^2C^2H^5\end{matrix}$$

$$\rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\begin{matrix}C-CH^2-CH\left\langle\begin{matrix}CO^2H\\CO^2H\end{matrix}\right.\\|\\CH^2-CO^2H\end{matrix} \rightarrow \begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!\begin{matrix}C-CH^2-CH^2-CO^2H.\\|\\CH^2-CO^2H\end{matrix}$$

---

(1) *Thèse,* Paris, 1899, p. 27.

L'éther γ-bromé s'obtient facilement; il bout à 102°-104° (9^{mm}). La condensation avec le cyanacétate d'éthyle sodé donne une très petite quantité d'un éther cyanodicarbonique bouillant à 175° (8^{mm}) dont l'hydrolyse fournit, non point l'acide ββ-diméthyladipique attendu, mais bien son isomère αα fondant à 87° et identique avec l'acide provenant de l'oxydation de l'acide dihydroisolauronique (¹).

Nous en conclurons que la lactone de M. Blaise est un mélange des 2.2- et 3.3-diméthylbutyrolactones; l'éther γ-bromé correspondant à la première se condense seul avec l'éther cyanacétique sodé. Quant à l'éther γ-bromé correspondant à la seconde, il perd simplement HBr en donnant un éther $C^5H^9CO^2.C^2H^5$ qui fera l'objet d'un prochain travail.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du tétrabromure d'acétylène et du chlorure d'aluminium sur le toluène.* Note de M. **James Lavaux**, présentée par M. A. Haller.

Cette réaction étudiée par Anschütz (*Ann.*, t. CCXXXV, p. 172) m'a fourni quelques résultats nouveaux. Il y constatait bien la formation d'un peu de diméthylanthracène (fusion à 225°) dû pour lui à une action secondaire, mais surtout d'une masse goudronneuse indistillable. J'ai reconnu qu'on pouvait rendre importante la formation des carbures anthracéniques. Frappé tout d'abord par l'irrégularité des rendements et remarquant que souvent il restait du $AlCl^3$ non dissous dans les opérations les plus mauvaises, j'eus l'idée de le pulvériser et d'agiter souvent pendant la durée de l'expérience. De suite les résultats furent tout différents, les rendements doublés et de plus très constants, même en opérant sur des quantités de matière petites ou grandes.

J'ai déjà eu l'occasion de parler de cet effet curieux de l'agitation, au sujet de l'action de CH^2Cl^2 sur le toluène et $AlCl^3$ (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 976 et t. CXL, p. 44). Ce simple tour de main, là où je l'ai appliqué plus fructueusement encore, comme ici où je l'ai découvert, a modifié profondément les résultats, augmentant beaucoup les rendements et assurant leur constance.

Pour faire une opération, je mélange 500^g de toluène et 100^g de $C^2H^2Br^4$ avec 130^g de $AlCl^3$ pulvérisé, moins serait insuffisant et plus serait inutile. Je chauffe à 90° au bain d'huile dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, en agitant de temps en

(¹) *Bull. Soc. chim.*, t. XXIII, p. 273.

temps au début pendant que la réaction s'amorce, et presque continuellement pendant la phase active. En cessant d'agiter, le dégagement de HBr se ralentit ou même s'arrête pour reparaître tumultueux par l'agitation. On termine en chauffant quelques instants jusqu'à 125°, puis en traitant la masse par l'eau. Ayant remarqué que le liquide obtenu, jaune rougeâtre, tient en suspension la presque totalité (85 pour 100) du carbure solide formé, peu soluble, je le filtre à la trompe et j'obtiens ainsi 22g d'un produit très propre après lavage sur le filtre par quelques gouttes de toluène. En ne concentrant que le liquide filtré, par distillation du toluène, j'obtiens, après cristallisation, les 15 pour 100 restants, soit 3g seulement de matière souillée par des goudrons, tandis qu'Anschütz traitant toute la masse de cette façon obtenait tout son carbure très impur. On a en tout 25g de carbure correspondant à un rendement de 42 pour 100 de la théorie au lieu de 10 à 20 pour 100 au plus que j'obtenais par le procédé d'Anschütz sans l'agitation de la masse.

En rectifiant les produits liquides j'ai isolé, après être parti d'un toluène rigoureusement pur, un peu de benzène, l'excès du toluène inutilisé, des xylènes, triméthylbenzènes et homologues supérieurs, puis un résidu goudronneux très abondant et indistillable comme le dit Anschütz.

En traitant par cristallisation fractionnée le carbure solide, je l'ai trouvé constitué exactement comme le produit principal solide de l'action de CH^2Cl^2 sur le toluène, dont j'ai parlé plus haut. C'est un mélange des deux mêmes diméthylanthracènes que j'ai appelés provisoirement A (fond à 240°) et B (fond à 244°,5) avec une très faible quantité de β-monométhylanthracène. Le carbure A est ici en proportion plus faible que dans les produits obtenus par CH^2Cl^2, aussi est-il plus délicat à extraire. La méthode de séparation est celle que j'ai donnée (*Comptes rendus,* t. CXL, p. 44). Pour résumer j'indiquerai par un Tableau comparatif les résultats obtenus par Anschütz et par moi :

Anschütz n'a décrit qu'un diméthylanthracène (fond à 225°).	J'ai trouvé, outre l'excès du toluène inattaqué : *Diméthylanthracènes* (produit principal) deux isomères A et B déjà découverts ailleurs par moi. β-*méthylanthracène* (très peu). Benzène, xylène et homologues supérieurs.

Le point de fusion 225° trouvé par Anschütz a été retrouvé par moi en mélangeant environ parties égales des deux carbures isolés fondant à 240° et 244°,5.

Théorie de la réaction. — Une des réactions les plus importantes est la formation normale des diméthylanthracènes; elle intéresse environ 40 pour 100 du produit. A côté se place, très importante numériquement, représentant 60 pour 100 de la matière, une série de réactions complexes par lesquelles se forment des composés se résolvant en goudrons dans les traitements subséquents. Puis intervient l'action connue d'$AlCl^3$ sur le to-

luène, action déméthylante d'abord qui donne benzène + CH^3Cl et méthylation consécutive d'autres portions avec formation de xylène et de ses homologues supérieurs. Enfin le tétrabromure d'acétylène réagissant sur 1^{mol} du benzène formé et sur 1^{mol} de toluène donne normalement du β-méthylanthracène. Friedel et Crafts estimaient que d'une façon générale dans les réactions par $AlCl^3$ une faible quantité de ce corps était suffisante par suite de sa régénération continuelle. Ici, comme dans l'action de CH^2Cl^2 sur le toluène, il faut en employer des quantités assez grandes, car il reste combiné énergiquement aux carbures anthracéniques formés. En voici des preuves : 1° si l'on emploie peu d'$AlCl^3$ l'opération marche mal et le résultat est mauvais; 2° si après une bonne opération on laisse reposer avant de traiter par l'eau, il se forme deux couches : l'une peu colorée surnage, l'autre, plus dense, d'un rouge brun foncé, est limpide comme la première sans tenir aucun corps solide en suspension. Si on les isole et qu'on les traite séparément par l'eau, la couche supérieure ne donne pas d'échauffement sensible ni de précipité d'anthracène, tandis qu'avec un échauffement considérable 85 pour 100 du carbure anthracénique que contenait la couche brune passent à l'état solide. Ils y étaient donc contenus, non en solution, mais à l'état de combinaison organométallique.

A propos de l'effet curieux de l'agitation dans ces réactions, je crois pouvoir donner l'explication suivante. A une température convenable mais insuffisante pour qu'il y ait libre dégagement d'hydracide la masse tendra pourtant à en produire et s'en sursaturera. On trouve bien là en effet les caractères d'une solution gazeuse sursaturée, comme l'est l'eau de Seltz; elle perd son gaz par l'agitation ou par l'introduction de corps poreux, ainsi que je l'ai constaté. L'hydracide ne pouvant se dégager limite la réaction par une autre inverse, action déméthylante bien connue et l'opération ne pourra s'achever. Mais, si par un artifice on fait dégager l'hydracide, la réaction pourra être complète. L'artifice usuel consiste : 1° à élever davantage la température pour augmenter la tension gazeuse; 2° on peut comme Verley faire le vide, ce qui permet d'opérer même à 0°; 3° l'agitation est un autre artifice qui permet d'agir à plus basse température et de bien répartir $AlCl^3$ dans la masse, deux conditions heureuses; 4° enfin j'ai essayé l'introduction de corps poreux qui m'a donné des résultats qualitatifs, mais présente des inconvénients pratiques; ils souillent les produits formés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la gentiopicrine*. Note de M. **Georges Tanret**, présentée par M. Arm. Gautier [1].

La gentiopicrine est un glucoside cristallisé, encore peu connu, que Kromayer découvrit en 1862 dans la racine fraîche de gentiane. En 1900, MM. Bourquelot et Hérissey en ont indiqué un procédé de préparation qui, bien que nécessitant des manipulations longues et délicates, conduit sûrement au résultat [2].

Désirant expérimenter la gentiopicrine dans le paludisme et élucider quelques points de son histoire chimique, nous nous sommes d'abord préoccupé de la préparer d'une façon pratique.

Préparation. — De l'extrait alcoolique de gentiane fraîche, amené à 17 pour 100 d'eau, est épuisé méthodiquement à chaud par 25 à 30 fois son poids d'éther acétique saturé d'eau. On filtre et l'on concentre par distillation, tant que par refroidissement il se fait un dépôt sirupeux. Celui-ci, desséché à l'air, se prend en une masse cristalline que l'on dissout dans son poids d'alcool absolu bouillant : par refroidissement la gentiopicrine cristallise. On la passe à la trompe et on la lave à l'alcool absolu.

La gentiopicrine ainsi obtenue n'est pas encore pure : elle se colore légèrement en noir par $FeCl^3$ et ne se dissout pas totalement dans l'eau froide. Elle contient $\frac{1}{100}$ environ d'un autre glucoside peu soluble, la gentiine. Pour purifier la gentiopicrine, on en sature à chaud de l'éther acétique contenant 2 pour 100 d'eau : par refroidissement la gentiopicrine pure cristallise. Par des concentrations convenables on obtient de nouvelles cristallisations : la gentiine s'accumule dans les eaux mères. Finalement, on distille l'éther acétique à siccité, on reprend par l'eau et l'on filtre. La solution aqueuse est évaporée et l'on fait cristalliser le reste de la gentiopicrine par de nouveaux traitements à l'éther acétique.

Ce procédé a donné, selon les racines, de 70g à 140g de gentiopicrine par kilogramme d'extrait supposé sec.

Composition. Propriétés. — La gentiopicrine cristallise anhydre ou hydratée. Elle se dépose anhydre de ses solutions sursaturées dans l'alcool absolu ou l'éther acétique sec : elle fond alors, au bloc Maquenne, à 191°. La gentiopicrine hydratée, obtenue par cristallisation dans l'eau ou l'éther acétique hydraté, fond à 122° (entre 120° et 125°, Kromayer), puis, après

---

(1) Séance du 10 juillet 1905.

(2) Kromayer, *Arch. der Pharm.*, t. CX, p. 27. — Bourquelot et Hérissey, *Comptes rendus*, t. CXXXI, 9 juillet 1900, p. 113.

quelques moments d'agitation, durcit et ainsi déshydratée, ne fond plus qu'à 191°.

La gentiopicrine hydratée ne perd pas sensiblement de poids sur la cloche à acide sulfurique; sa déshydratation à 100° est très lente et ne se fait bien qu'à partir de 105°.

En reprenant les analyses de la gentiopicrine anhydre et hydratée (¹), j'ai vu que la teneur en carbone de la gentiopicrine hydratée est précisément celle que Kromayer attribue au corps anhydre. L'hydrolyse du glucoside par l'émulsine a montré aussi que les formules données par cet auteur, $2C^{20}H^{30}O^{12}, 1,5\,H^2O$ pour le corps cristallisé dans l'eau et $C^{20}H^{30}O^{12}$ pour le corps desséché à 100°, ne peuvent être maintenues. Je propose de les remplacer par $C^{16}H^{20}O^9$ pour la gentiopicrine anhydre et $C^{16}H^{20}O^9, \frac{1}{2}H^2O$ pour la gentiopicrine hydratée : elles s'accordent avec la composition centésimale de ce glucoside, sa cryoscopie, son dédoublement par l'émulsine et les quantités de bases qu'elle sature en tant que lactone (voir la Note suivante du même Auteur).

La cryoscopie faite avec des solutions aqueuses dont la concentration était de 5, 3, 2 et 1 pour 100 nous a donné pour le poids moléculaire les valeurs 385, 370, 370 et 349. Calculé pour $C^{16}H^{20}O^9$: 356.

L'émulsine hydrolyse la gentiopicrine avec formation de glucose et de gentiogénine $C^{10}H^{10}O^4$, substance blanche, cristallisée :

$$C^{16}H^{20}O^9 + H^2O = C^6H^{12}O^6 + C^{10}H^{10}O^4;$$

Glucose : trouvé 50,1; calculé 50,56. *Gentiogénine :* trouvé 54,7; calculé 54,5.

Kromayer en chauffant de la gentiopicrine pendant 10 minutes seulement avec HCl ou SO^4H^2 étendus n'avait pu l'hydrolyser qu'incomplètement. Il avait trouvé 35,29 pour 100 de sucre fermentescible. Ce dédoublement s'effectuerait, selon lui, sans fixation d'eau.

La gentiopicrine est une lactone. Si à sa solution, neutre au tournesol, on ajoute de la potasse ou de la baryte, on voit l'alcali se neutraliser peu à peu

---

(¹) I. Gentiopicrine hydratée et desséchée sur SO^4H^2. Trouvé : C = 52,08 et 52,07; H = 5,80 et 5,88. Calculé pour $C^{16}H^{20}O^9, \frac{1}{2}H^2O$: C = 52,62 et H = 5,76.

II. Gentiopicrine anhydre. Déshydratée à 105° : trouvé C = 53,43 et 53,27; H = 5,84 et 5,79. Cristallisée dans l'alcool absolu et séchée sur SO^4H^2 : trouvé C = 53,44 et H = 5,78. Calculé pour $C^{16}H^{20}O^9$: C = 53,93 et H = 5,62.

Kromayer avait trouvé C = 52,158 et 51,907; H = 6,40 et 6,54 pour la gentiopicrine séchée à 100°.

jusqu'à formation des gentiopicrinates $C^{16}H^{21}O^{10}K$ et $(C^{16}H^{21}O^{10})^2Ba$. Les acides en mettent en liberté l'acide gentiopicrinique qui se transforme ensuite progressivement en gentiopicrine.

Chauffée avec l'anhydride acétique en présence de $ZnCl^2$, la gentiopicrine donne une pentacétine cristallisée $C^{16}H^{15}O^4(C^2H^3O^2)^5$, fondant à 139°, et dont le pouvoir rotatoire spécifique est $\alpha_D = -164°$.

La gentiopicrine ne se colore pas par $FeCl^3$ (Kromayer).

M. Wyrouboff, qui a bien voulu examiner les cristaux de gentiopicrine anhydre et hydratée, a vu qu'ils appartiennent au système orthorhombique.

La gentiopicrine hydratée a pour pouvoir rotatoire $\alpha_D = -198°,75$ ($\alpha_D = -196°$, Bourquelot et Hérissey).

Au cours d'expériences poursuivies en Corse, en septembre-octobre 1904, j'ai reconnu que la gentiopicrine, quoique bien moins active que la quinine, est capable de couper des accès francs de paludisme; elle peut, à elle seule, amener la guérison de la maladie.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les cafés sans caféine.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. E. Roux.

Les graines des diverses espèces de café renferment, en général, une dose assez élevée de caféine, environ 10^g à 15^g par kilogramme.

J'ai montré cependant qu'il y avait une exception à cette règle : le café de la Grande Comore, auquel Baillon a donné le nom scientifique de *Coffea Humblotiana*, ne renferme pas la plus petite trace de l'alcaloïde (1).

Cette exception a paru d'autant plus curieuse que le *Coffea Humblotiana* ressemble beaucoup à l'espèce ordinaire, au *Coffea arabica* L. La ressemblance est même si grande que Frœhner avait admis, dans sa monographie du genre *Coffea*, qu'il s'agissait simplement d'une variété de l'espèce ordinaire et non d'une espèce nouvelle (2).

Je me suis assuré que l'absence de caféine dans le café de la Grande Comore n'est due à l'influence ni du sol, ni du climat de l'île africaine. L'analyse du *Coffea arabica* cultivé dans la même île m'a donné, en effet, une teneur normale de caféine, soit exactement $13^g,4$ par kilogramme de graines (3).

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 162-164.
(2) *Botanische Jahrbücher* (Engler), t. XXV, p. 283-295. Leipzig, 1898.
(3) *Loc. cit.*

J'ai cherché, dans la suite, si d'autres *Coffea* pouvaient être rangés par leur absence en alcaloïde à côté de l'espèce de la Grande Comore. Les résultats que j'ai obtenus, principalement avec des échantillons que m'avait procurés M. Dybowski, ont montré que la teneur en caféine s'éloigne rarement de 10^g à 15^g par kilogramme de graines. Une seule espèce, *Coffea Mauritiana* (1), a présenté le chiffre extrêmement bas de $0^g,7$ (2).

D'autres analyses, en particulier celle publiée il y a quelques mois par M. Chevalier, au sujet d'une nouvelle espèce africaine (3), ont encore confirmé cette règle. L'absence de caféine apparaissait donc tout à fait propre au café de la Grande Comore. Il restait à déterminer l'importance exacte de ce caractère.

J'ai proposé déjà de la considérer comme spécifique et de tenir compte de l'absence de l'alcaloïde, dans la diagnose, au même titre que des caractères tirés de la forme extérieure et de l'anatomie. Néanmoins, en raison de la ressemblance étroite du *Coffea Humblotiana* et du *Coffea arabica*, il était nécessaire de savoir si la distinction des deux espèces était vraiment fondée, si l'absence de caféine ne résultait pas simplement — avec les autres caractères — de quelque circonstance accidentelle, par exemple, d'une déviation d'origine pathologique. L'examen de plusieurs cafés sauvages provenant de Madagascar me permet aujourd'hui d'apporter une réponse à cette intéressante question.

Ces cafés, récoltés (4) dans le massif de la montagne d'Ambre, un peu au sud de la baie de Diégo-Suarez, ont été étudiés d'abord au point de vue botanique par M. Dubard. Ce botaniste les rapporte à trois espèces nouvelles : *Coffea Gallienii*, *C. Bonnieri* et *C. Mogeneti* (5).

J'ai analysé à mon tour les graines de ces nouveaux cafés. Or, bien qu'elles appartiennent à des espèces parfaitement distinctes, je les ai trouvées toutes les trois exemptes de caféine. Leur composition chimique, avec l'absence de l'alcaloïde, la faible teneur en azote et aussi la présence d'une notable quantité de principe amer, analogue ou identique à celui

---

(1) Les graines analysées ne provenaient d'ailleurs pas d'un café sauvage, mais bien d'arbrisseaux cultivés en Guinée française. On ne sait pas s'il y avait eu quelque croisement.

(2) *L'Agriculture pratique des pays chauds*, 1902, et *Bulletin des Sciences pharmacologiques*, t. V, 1902, p. 283-285.

(3) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 517-520.

(4) Par M. Mogenet, colon.

(5) *L'Agriculture pratique des pays chauds*, février 1905.

que j'ai désigné sous le nom de *cafamarine* (¹), les rapproche ainsi du café de la Grande Comore dont elles s'éloignent cependant d'une manière très nette au point de vue botanique.

Voici les résultats principaux fournis par l'analyse :

Noms.	Eau à + 110°.	Cendres.	Azote total.	Caféine.
Coffea Gallienii..........	8,40	3,40	1,75	0,00
Coffea Bonnieri..........	8,80	3,00	1,50	0,00
Coffea Mogeneti..........	9,20	3,40	1,15	0,00
Coffea Humblotiana......	11,64	2,80	1,50	0,00

Ces résultats, obtenus avec plusieurs espèces nettement différenciées par la forme de leurs organes, montrent qu'on doit considérer l'absence de caféine, dans certains cafés, non comme un fait accidentel, mais comme un caractère physiologique normal, de valeur au moins spécifique, et dont on pourrait tenir compte désormais, avec avantage, dans l'étude systématique du genre *Coffea*. Leur application immédiate permet déjà de trancher le cas douteux du café de la Grande-Comore et de caractériser cette espèce comme réellement distincte du *Coffea arabica*, mais il faut surtout les envisager comme l'exemple d'un nouveau genre de service que la Chimie biologique est appelée à rendre aux sciences naturelles, quand les classifications tiendront un plus grand compte de l'ensemble des caractères particuliers aux êtres vivants.

Ces résultats suggèrent encore une remarque. Tous les cafés sans caféine connus maintenant, et même le *Coffea Mauritiana*, proviennent de Madagascar ou d'îles extrêmement voisines. Étant donnée l'allure spéciale de la faune et de la flore de Madagascar, il est au moins curieux de voir les cafés originaires de cette région présenter, mais cette fois au point de vue physiologique, un caractère qui n'a pu être retrouvé encore dans aucune espèce des régions continentales environnantes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le développement des plantes vertes à la lumière, en l'absence complète de gaz carbonique, dans un sol artificiel contenant des amides.* Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'acide carbonique de l'atmosphère n'est pas la seule source de carbone pour les plantes vertes. Les études de M. Berthelot, celles de MM. Hellriegel

(¹) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, 1901, p. 379.

et Wilfarth, Franck, Schlœsing fils et Laurent, Lutz (¹), ont montré l'utilisation directe des composés organiques azotés du sol.

Les recherches de Bœhm, de A. Meyer, plus récemment celles de MM. J. Laurent, Molliard, Mazé et Perrier (²), ont révélé l'absorption et l'utilisation du sucre et de la glycérine par les plantes vertes.

Ces faits sont déjà fort suggestifs. Mais une question plus grave encore est celle de savoir si la plante peut vivre en *complète inanition* de gaz carbonique tout en réalisant la synthèse de son protoplasma, de ses tissus et de ses organes à l'aide des seuls *constituants amidés* de l'albumine ajoutés au sol. Pour élucider cet important problème de Biologie générale, j'ai entrepris une longue étude expérimentale dont la présente Note résume le principe et les résultats.

Méthode. Appareil. — On sait depuis Schützenberger que la molécule d'albumine peut se décomposer en donnant des poids définis de *tyrosine*, d'*urée*, d'*oxamide*, de *glycocolle*, de *leucines diverses*. Donnons donc ces substances à la plante verte et voyons si elle se développe.

Il faut avant tout que la plante soit en inanition de gaz carbonique. On la mettra donc sous cloche hermétiquement close en présence d'une large surface de lessive de baryte. Pour sa respiration elle ne recevra que de l'oxygène lavé bulle à bulle dans des tubes Schlœsing à baryte.

Il faut une terre artificielle. Après essais je m'arrête à un gravier siliceux tamisé (grosseur d'une fine chapelure), lavé aux acides et calciné. Pour lui donner une consistance convenable, on lui ajoute généralement de la mousse stérilisée. A chaque épreuve, un pot témoin prouvera que la terre ne dégage pas de gaz carbonique.

Cette terre, détrempée à l'eau distillée bouillie, minéralisée par formule de Detmer, est mise dans des pots stérilisés. Elle a reçu un mélange d'*amides* à dose non toxique. Pour 350^g de terre sèche, il y a :

Tyrosine $0^g,1$; *glycocolle* $0^g,4$; *alanine* $0^g,4$; *oxamide* $0^g,1$; *leucine* $0^g,1$; total $1^g,1$.

Expérience. — Les plantules trop jeunes ne peuvent supporter l'inanition de gaz carbonique. Quand les réserves de la graine sont épuisées elles souffrent d'une crise

(¹) Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XIII, p. 5. — Hellriegel et Wilfarth, *Ann. agron.*, t. XV. — Franck, *Ann. de la Soc. agron.*, t. II. — Schlœsing et Laurent, *Ann. de l'Institut Pasteur*, t. VI. — Lutz, *Thèse de Paris*, 1898.

(²) Bœhm, *Jahresb. agrik.*, Chap. VII. — A. Mayer, *Id.*, Chap. IX. — J. Laurent, *Revue générale de Botanique*, 1904. — Molliard, *Comptes rendus*, 21 novembre 1904. — Mazé et Perrier, *Id.*, 20 août 1904.

qui les tue. Il faut donc les développer d'abord à l'air libre où elles prennent une force convenable, puis sous cloche. Donc deux phases dans l'expérience.

Voici comme prototype une étude sur Cresson alénois (*Lepidium sativum*).

Première partie. — Préparation de la culture d'épreuve et des témoins.

A, pot d'épreuve. Reçoit 30 graines dans 350g de terre artificielle avec *amides*.

B, premier témoin. Reçoit aussi 30 graines et restera à l'air jusqu'à la fin de l'expérience, comme terme de comparaison.

C, deuxième témoin. Terre identique à A, mais *non semée*. Ce témoin sera mis sous cloche en même temps que A, en présence de la baryte, pour voir si la terre dégage ou ne dégage pas de gaz carbonique.

D. Troisième témoin. 30 graines dans une terre identique à A et C; mais *pas de matière organique*. Mis sous cloche en même temps que A ce témoin servira de *contre-épreuve*.

Les divers lots sont exposés à une lumière diffuse intense.

Ainsi préparée l'expérience sera décisive, *sous cloche*.

En effet, si A se développe, si C ne dégage pas de gaz carbonique, il sera déjà prouvé que l'alimentation n'a lieu que par le sol. Et si D meurt sans croissance, il sera prouvé en outre, sans objection, que les *amides* seuls ont alimenté la plante.

C'est ce que va montrer la deuxième partie de l'expérience.

Deuxième partie: sous cloche. — Les plantes ayant 3^{cm} de hauteur et quatre belles feuilles, on met A, C et D sous cloche. L'épreuve dure six semaines. Voici les résultats :

A. Au début, crise légère d'inanition, puis beau développement; croissance atteignant 18^{cm} à 20^{cm}; 9 à 10 belles feuilles, tige et pétioles vigoureux; quelques bourgeons floraux.

B. Se développe moins vite que A mais achève son évolution.

C. La baryte ne se carbonate que le premier jour, donc pas de dégagement de gaz carbonique.

D. Refuse de grandir (1^{cm} en 10 jours), s'étiole et meurt.

Le résultat est décisif.

Sur *Capucine* et *Basilic* les conclusions sont analogues, donc :

1° *En sol artificiel convenablement amidé, on peut développer des plantes vertes en inanition de gaz carbonique. Les plantes quintuplent et parfois décuplent leur taille, multiplient leurs feuilles, créent des tissus normaux.*

2° *En inanition de gaz carbonique et d'amides la croissance est arrêtée.*

La croissance sous cloche en sol amidé est donc bien le fait d'une réelle nutrition et non d'une poussée artificielle d'hydratation.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur deux cas de greffe.* Note de M. Lucien Daniel, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'année dernière, j'ai greffé :

1° Le Volubilis (*Ipomea purpurea*) et le *Quamoclit coccinea* sur *Batatas edulis;*

2° L'*Helianthus multiflorus* sur l'*Helianthus annuus*.

Ces greffes ont présenté quelques particularités, intéressant à la fois la théorie et la pratique, et c'est à ce double titre que je crois devoir les signaler.

On sait que les Volubilis, Quamoclit et Batatas, sont des Convolvulacées exotiques qui se comportent d'une façon assez différente sous notre climat breton. Tandis que les deux premières sont annuelles et que leur chlorophylle fonctionne suffisamment pour assurer le développement régulier complet de la plante, le *Batatas edulis*, au contraire, est vivace, se développe lentement et ne donne des tubercules suffisants qu'au bout de plusieurs années, dans des conditions spéciales de culture. Cela tient sans doute à ce que sa chlorophylle fonctionne mal par insuffisance de chaleur et de lumière.

Il était intéressant de rechercher comment se comporterait la fonction de réserve du *Batatas edulis* si l'on remplaçait son appareil assimilateur par un autre mieux adapté au climat, plus apte par conséquent à utiliser les radiations de notre région en un temps plus court. J'ai constaté que les témoins non greffés, provenant de boutures de l'année, de même que les greffes manquées, n'ont pas fourni de tubercules à la première année de végétation, quand, au contraire, il s'est formé des tubercules de 1^{cm} environ de diamètre sur les Batatas portant comme greffons le Volubilis ou le Quamoclit. Cette dernière plante, moins vigoureuse que le Volubilis, a naturellement donné des tubercules de plus petite taille que ceux du Batatas greffé avec le Volubilis. L'intensité de la fonction de réserve est, dans le cas ici considéré, fonction de la capacité fonctionnelle de l'appareil assimilateur. Ce fait peut avoir une certaine importance au point de vue de l'acclimatation de quelques plantes alimentaires par leurs parties souterraines.

J'ai remarqué, en outre, que le Volubilis greffé sur Batatas avait des feuilles plus développées que le Volubilis témoin; le parenchyme palissadique était plus épais et le

nombre des cristaux d'oxalate de chaux déposés dans les tissus était différent. Le sujet avait donc réagi lui-même sur l'appareil assimilateur du greffon et modifié son activité physiologique.

L'*Helianthus multiflorus* est une plante vivace d'Amérique qui, sous notre climat armoricain, se reproduit exclusivement par tubercules. Les fleurs ne donnent jamais, dans les conditions ordinaires de la culture, de graines fertiles, les ovules avortant d'assez bonne heure. L'*Helianthus annuus* est annuel et donne, au contraire, des graines fertiles en abondance. La greffe de l'*Helianthus multiflorus* sur *H. annuus* réussit facilement. Tous les sujets deviennent ligneux et beaucoup plus gros que les témoins; leur racinage est extrêmement développé. Le greffon reste plus trapu, se ramifie dès la base au lieu de se ramifier seulement au sommet comme les témoins; il donne quelques courts rhizomes aériens qui meurent l'hiver. Ses feuilles plus développées ont un parenchyme plus épais et des cristaux d'oxalate de chaux répartis différemment. Les fleurs, très nombreuses, donnent des fruits *mieux formés,* mais qui, étant donnée l'époque tardive de la floraison, n'ont pu arriver à maturité complète. Cependant, dans un greffon, j'ai recueilli *une graine fertile* qui a donné naissance à un *Helianthus multiflorus* ayant conservé les caractères acquis du greffon. Il présente actuellement, en effet, la forme trapue, la feuille très développée et la ramification dès la base qui se remarquait sur le greffon. Je me propose de voir ultérieurement si la fructification ainsi obtenue par le greffage d'une plante infertile sur une plante fructifiant très bien dans notre région se maintiendra héréditairement dans cette première génération et les suivantes. S'il en est ainsi, il y aurait lieu probablement d'utiliser le greffage, dans la pratique, en vue de provoquer dans certaines plantes la suppléance physiologique entre la tuberculisation et la reproduction par graines.

HYGIÈNE. — *Propriétés antiseptiques des fumées : essais de désinfection avec les vapeurs dégagées du sucre par la chaleur.* Note de M. **A. Trillat**, présentée par M. E. Roux.

Après avoir établi que l'aldéhyde méthylique se formait dans les produits gazeux des combustions, j'ai démontré que certaines substances pouvaient en dégager des doses assez considérables pour stériliser sous une cloche des germes extrêmement résistants (*Comptes rendus,* 20 mars 1905). J'ai répété ces mêmes expériences en grand afin de me rendre compte du degré d'intérêt que pourrait présenter dans la pratique de la désinfection l'utilisation de procédés basés sur ce principe. Dans ce but, je me suis adressé au sucre, l'une des substances qui fournit le plus d'aldéhyde sous l'influence de la chaleur.

Action de la chaleur sur le sucre. — Chauffé dans un ballon à 105° pendant plusieurs heures, le sucre dégage des traces d'aldéhyde formique sensibles au papier de rosaniline. A 125° on constate le dégagement de l'aldéhyde après 1 heure; à 150° il commence après quelques minutes. Par une élévation brusque de température le dé-

gagement est instantané. On peut doser l'aldéhyde dans les vapeurs et dans le caramel qui reste.

L'aldéhyde formique qui provient du sucre chauffé étant accompagné de produits volatils, jouissant de propriétés antiseptiques, il était utile d'en connaître la qualité et la quantité. En soumettant à l'analyse les produits gazeux de la combustion du sucre, j'ai trouvé selon les conditions d'expérience : 1° de l'aldéhyde formique (de 0,2 à 5,7 pour 100), 2° de l'alcool méthylique (de 0,1 à 0,5 pour 100), 3° de l'acétone (de 0,1 à 5 pour 100), 4° de l'acide acétique (de 1 à 3 pour 100), 5° des dérivés phénoliques (de 1 à 3 pour 100, évalués en acide phénique), 6° de l'essence d'amandes amères (de 0,5 à 1,4 pour 100).

Les propriétés antiseptiques des fumées du sucre sont donc dues à une réunion de produits antiseptiques gazeux parmi lesquels se trouve l'aldéhyde formique qui, d'après la connaissance que nous en avons, doit jouer le principal rôle. Il faut remarquer qu'elle se trouve accompagnée de substances comme l'acide acétique et l'acétone qui facilitent son action antiseptique, soit en l'activant, soit en retardant la polymérisation de l'aldéhyde.

Expériences de désinfection. — Les essais suivants, faits à l'Institut Pasteur dans une salle de 100^{m^3}, ont consisté à brûler le sucre le plus rapidement possible dans une marmite placée sur un réchaud à gaz.

Selon la technique habituelle, des objets contaminés, de natures diverses (bois, papiers, étoffes, etc.), étaient disposés en divers points du local et, après 6 heures d'exposition, on ensemençait les bouillons. Comme germes peu résistants, on a choisi le coli-bacille et le bacille typhique; comme germes plus résistants, le charbon sporulé et le staphylocoque doré dont des parcelles de culture solide étaient préalablement desséchées dans le vide.

Essais de désinfection dans un local de 100^{m^3} (sucre brûlé, 4^{kg}).

Observations.	Témoins. Objets contaminés, 3 de chaque espèce.	Coli-bacille. Objets contaminés, 10.		Bacille typhique. Objets contaminés, 15.		Charbon sporulé. Objets contaminés, 10.		Staphylocoque doré desséché. Objets contaminés, 12.	
		Ont cultivé.	Ont été stérilisés.	Ont cultivé.	Ont été stérilisés.	Ont cultivé.	Ont été stérilisés.	Ont cultivé.	Ont été stérilisés.
Après 2 jours...	Ont cultivé	0	10	0	15	0	10	2	10
» 14 » ...	»	0	10	1	14	3	7	10	2
» 20 » ...	»	0	10	1	14	5	5	11	1
Essais en employant 6^{kg} de sucre en deux fois.									
Après 2 jours...	Ont cultivé	0	10	0	15	0	10	0	12
» 14 » ...	»	0	10	0	15	1	9	5	7
» 20 » ...	»	0	10	0	15	1	9	5	7
Essais en remplaçant le sucre par de la mélasse (6^{kg}).									
Après 2 jours...	Ont cultivé	0	10	0	15	0	10	0	12
» 14 » ...	»	0	10	0	15	0	10	2	10
» 20 » ...	»	0	10	0	15	1	9	2	10

Ces résultats, tout en étant moins favorables que ceux fournis directement par l'aldéhyde formique, présentent néanmoins de l'intérêt parce que la méthode peut être améliorée, notamment en mélangeant le sucre à des substances inertes et poreuses qui, en multipliant les surfaces de contact, augmentent le rendement en aldéhyde formique.

Il ne reste pas moins acquis à la suite de ces expériences que des germes exposés à découvert ont pu être stérilisés dans des conditions d'une pratique extrêmement simple. A défaut de tout autre procédé de désinfection, les fumigations par la combustion de certaines substances comme le sucre pourraient rendre service dans plusieurs cas, notamment dans les régions éloignées des villes : la désodorisation qui en résulte et qui est due à la présence de la formaldéhyde (¹) peut trouver son application dans un grand nombre de circonstances.

En étudiant les anciennes recettes de désinfection dont les origines remontent à Hippocrate, on constate que, sans connaître l'existence de l'aldéhyde formique, les médecins s'étaient placés dans des conditions extrêmement favorables pour sa production. Non seulement ils sont arrivés à faire un choix de substances appropriées comme les baies de genièvre, le miel, le sucre, etc., mais ils se sont placés dans des conditions propices à la production de cette aldéhyde. C'est ainsi qu'ils ont parfois recommandé pour les combustions l'usage des corps poreux ou de toiles métalliques; en outre, en renouvelant les fumigations, ils ont pratiqué la stérilisation discontinue si favorable à l'action microbicide de l'aldéhyde formique gazeuse.

En dehors des résultats que je viens de résumer et qui sont exposés ailleurs avec plus de détail, ce point de l'histoire médicale méritait d'être signalé (²).

(¹) J'ai donné l'explication scientifique de ce phénomène par la propriété que possède l'aldéhyde formique de donner des composés inodores avec les dérivés sulfurés (*Revue d'Hygiène*, t. II, 1905).

(²) On trouvera une étude bibliographique plus complète de cette question dans les *Annales de l'Institut Pasteur*.

ANTHROPOMÉTRIE. — *Identification du cadavre de l'amiral américain Paul Jones, 113 ans après sa mort.* Note de MM. **Capitan** et **Papillault**, présentée par M. Dastre.

Depuis plusieurs années, le général Porter, ambassadeur des États-Unis, recherchait le corps de l'amiral Jones, mort à Paris en 1792 et inhumé dans l'ancien cimetière des protestants étrangers, rue Grange-aux-Belles, actuellement recouvert de constructions. D'importantes fouilles, en galeries souterraines, dirigées par M. Weiss, ingénieur du Service des carrières du département de la Seine, amenèrent la découverte de plusieurs cercueils en plomb, dont l'un renfermait un cadavre parfaitement conservé, sans aucune indication d'identité, mais que l'on supposait pouvoir être celui de P. Jones.

Chargés par le général Porter de tenter l'identification anthropologique de ce cadavre, nous avons constaté d'abord la parfaite conservation du sujet.

Il avait l'aspect d'une momie mais les tissus étaient encore mous et imprégnés d'un liquide alcoolique qui avait dû être versé dans le cercueil. Nous avons utilisé pour l'identification : 1° D'abord quelques détails historiques. Jones est mort à 45 ans; ses cheveux étaient bruns; sa taille de $1^m,70$. Or le cadavre est bien celui d'un homme de cet âge, les cheveux bruns légèrement grisonnants. Sa taille est de $1^m,71$. — 2° Deux très beaux bustes, exécutés par Houdon d'après nature. L'un appartient au marquis de Biron, l'autre au musée de Philadelphie (celui-ci exécuté en 1783). Un moulage de ce dernier se trouve au musée du Trocadéro. La comparaison morphologique montre une identité complète, sur le buste et sur le cadavre, des caractères suivants : implantation des cheveux, forme du front, saillie des arcades sourcilières, os malaires, racine du nez, prognatisme général de la face et prognatisme particulier de la mandibule, forme du menton, disposition très particulière du cartilage de l'oreille. Les mensurations de la tête, comparées à celles du cadavre, donnent les chiffres suivants :

	Buste de Philadelphie.	Cadavre.
	cm	cm
Hauteur du visage (racine des cheveux au menton)	19,5	19,5
Hauteur de la racine des cheveux au point sous-nasal	12,7	12,9
Hauteur du point sous-nasal au menton	7,5	7,4
Hauteur de la lèvre supérieure (du point sous-nasal au bord des incisives supérieures)	2,4	2,5
Hauteur de la lèvre inférieure et du menton	4,6	4,6
Largeur minima du front	10,4	10,2

L'identité de ces résultats est très remarquable. On sait, en effet, que, pour une tête d'un volume donné, chacune des parties du visage peut varier au moins d'un tiers.

Enfin la clinique et l'anatomie pathologique nous ont fourni une troisième source de documents d'identification. On sait que Jones avait présenté, à diverses reprises, des accidents pulmonaires, assez graves vers la fin de sa vie, et surtout localisés au poumon gauche. D'autre part, quelque temps avant sa mort, il avait eu de l'œdème des membres inférieurs, ayant débuté par les pieds et remonté ensuite jusqu'à l'abdomen, indiquant une affection rénale grave. Or l'autopsie du cadavre nous a montré des organes, encore imprégnés de liquide alcoolique, rétractés, brunâtres, mais tellement bien conservés que le professeur Cornil a pu en faire des coupes histologiques, identiques à celles de viscères provenant d'une autopsie actuelle. Leur examen microscopique montre, avec la plus grande netteté, que le foie est normal, mais qu'il existe, dans le poumon gauche surtout, des foyers de broncho-pneumonie chronique et, dans les reins, des lésions glomérulaires multiples indiquant une néphrite interstitielle avancée. Ces lésions histologiques cadrent donc parfaitement, on le voit, avec les signes cliniques présentés vers la fin de sa vie par Jones. Ces multiples constatations nous ont permis de conclure à l'identification du cadavre que nous avons examiné à celui de l'amiral Paul Jones. C'est, croyons-nous, la première fois que l'identification d'un cadavre est réalisée, au moyen de ces diverses méthodes, 113 ans après la mort du sujet.

ZOOLOGIE. — *Sur les affinités multiples des Hoplophoridæ.* Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Crevettes des grandes profondeurs constituant la famille des Hoplophoridæ (*Hoplophorus* A. M.-Edwards, *Systellaspis* Sp. Bate, *Acanthephyra* A. M.-Edwards, *Notostomus* A. M.-Edwards, *Ephyrina* S.-I. Smith, *Hymenodora* G.-O. Sars) offrent avec les Schizopodes supérieurs (Lophogastridæ) des ressemblances dont j'ai montré les plus importantes dans une précédente Note. Mais les affinités avec les autres Eucyphotes, les Euphausidæ et les Pénéides ne sont pas moins remarquables.

Ls mandibules et les maxilles de la première paire (ou maxillules de H.-J. Hansen) sont tout à fait semblables chez les Euphausidæ [1] et les Hoplophoridæ. Il est facile

[1] H.-J. Hansen, *Bull. Mus. océan. Monaco,* t. XXX, 1905, p. 21; figure 19.

de voir, sur les maxillules, le troisième article de la base du membre (démontré par Hansen, et que l'on pourrait nommer *pleuropodite*) ainsi que la lame proépipodiale qu'il porte. Le deuxième article est très réduit et ne porte pas de lacinie du côté interne.

Dans l'une et l'autre famille, les pléopodes portent des rétinacles servant à coupler les rames de ces membres pendant la natation, et le deuxième pléopode du ♂ présente en outre un appendice surnuméraire, dont il faut d'ailleurs noter la présence chez beaucoup d'Isopodes.

Euphausidæ et Hoplophoridæ portent des organes lumineux. Il y en a au moins cent douze chez la *Systellaspis debilis* A. M.-E., peut-être davantage chez la *S. lanceocaudata* Sp. Bate = *Acanth. pellucida* A. M.-E. Les plus remarquables consistent en une bande étendue, située sur le pleuropodite de la cinquième paire, qui, là encore, est parfaitement distinct. Tous sont accompagnés de pigment.

Je rappelle que le cœur, muni de six paires d'ouvertures chez les *Euphausia* (G.-O. Sars) en possède cinq. et non pas trois, chez tous les Eucyphotes [1] et probablement aussi chez tous les Pénéides.

Avec les Pénéides, les points communs sont les suivants : L'identité est presque complète, dans la forme du rostre et des ophtalmopodes, entre les *Hymenodora* et les *Ephyrina* d'une part, les *Gennadas* et *Benthesicymus* de l'autre. La hampe des antennes porte, dans les deux cas, du côté interne, un crochet volumineux (ancécérite de Sp. Bate), que l'on retrouve, bien plus développé encore, chez les *Lophogaster* parmi les Schizopodes.

La première paire de pattes présente chez tous les Hoplophoridæ, probablement tous les Eucyphotes et un grand nombre de Pénéides (*Gennadas, Benthesicymus, Parapeneus, Aristeus, Plesiopeneus*), une plage de poils courts et forts, en séries parallèles, sur la face inférieure palmaire de la pince. En même temps, l'extrémité du carpe est excavée par un sillon oblique, lui-même bordé de soies s'opposant aux précédentes quand la pince est fléchie sur le carpe. Cette curieuse disposition, destinée probablement à nettoyer les appendices voisins, existe aussi sur le troisième maxillipède chez les Pénéides; on la retrouve très rudimentaire chez les Lophogastridæ sur le membre correspondant. Ce détail, très important par suite de sa présence dans des groupes réputés bien distincts, ne paraît pas avoir été aperçu.

Les pattes des troisième, quatrième et cinquième paires chez les Hoplophoridæ, celles des deux dernières paires chez les *Gennadas* et les *Benthesicymus* ont un article terminal surnuméraire, en forme de griffe, articulé et très long chez ces derniers, mais bien distinct aussi chez les premiers, où il est faiblement mobile et où le dactylopodite porte d'ailleurs une série d'épines comme tous les autres articles du membre. Celui-ci est donc formé de neuf segments (y compris le pleuropodite) et devient absolument comparable à celui des Mysidæ, des Amphipodes et des Isopodes. H.-J. Hansen voit dans l'absence de cette griffe chez les Euphausidæ un important caractère les distinguant des autres Schizopodes, et tente d'homologuer les articles du membre en supposant, chez les premiers, le méropodite formé primitivement de deux articles soudés

---

[1] H. Coutière, *Les Alpheidæ*, 1899, p. 357, Pl. I, figures 6 et 7.

plus tard (¹). Les exemples que je viens de citer rendent inutile cette hypothèse.

Les Hoplophoridæ possèdent sur les premiers pléopodes, chez les ♂, des rames internes foliacées, munies d'un appendice latéral, qui se laissent très bien comparer au « petasma » (Sp. Bate) homologue et de forme simple que portent certains Pénéides (*Gennadas, Plesiopeneus*, etc.). Il en est de même des rétinacles doubles du deuxième pléopode, très semblables comme forme chez les uns et les autres.

Je ne fais que rappeler ici l'identité de la formule branchiale que j'ai montrée antérieurement, et je laisse de côté les ressemblances que l'on pourrait tirer encore des sillons de la carapace. J'ajouterai seulement que le parallélisme entre Hoplophoridæ et Pénéides se poursuit dans nombre de détails entre les Pasiphæidés et les Sergestidés (réduction comparable du rostre, des branchies, des membres postérieurs).

Comme autres caractères remarquables des Hoplophoridæ, il faut citer la persistance d'un lobe saillant, homologue d'une lacinie, sur le pleuropodite de toutes les pattes thoraciques, chez les *Acanthephyra*. C'est un semblable lobe que l'on trouve chez les *Apus* sur chaque article du membre, et, chez l'*Anaspides*, sur le pleuro- et le coxopodite du troisième maxillipède. Chez les Hoplophoridæ, quelques Pénéides et les Lophogastridæ, le coxopodite des membres thoraciques porte d'ailleurs aussi un lobe saillant, mais beaucoup moins visible.

Quelques Hoplophoridæ (*Systellaspis*) pondent un petit nombre de très gros œufs. Ce fait se rencontre dans la plupart des familles d'Eucyphotes, toujours d'une façon isolée et sans que l'on puisse, d'ordinaire, trouver une relation véritable entre l'éthologie et ce mode de ponte. Je crois qu'il faut encore voir là un emprunt aux Schizopodes (Mysidæ, Lophogastridæ). Chez les *Glyphocrangon*, qui présentent ce caractère, il s'accompagne même d'une ressemblance très remarquable, dans la forme générale, avec les *Lophogaster*.

Il n'est guère de familles d'Eucyphotes où l'on ne puisse relever quelques caractères présents aussi chez les Hoplophoridæ (phanères en forme d'écailles, ocelles, crêtes latérales des Pandalidæ, pattes des première et seconde paires égales des *Pasiphæa*; formule branchiale comportant des tubercules sétifères, et brosse nettoyeuse de la première paire, très général chez les Eucyphotes, ce dernier caractère présent même sur les pinces si réduites des Pandalidæ).

Les multiples affinités des Hoplophoridæ, surtout avec les Schizopodes et

(¹) *Zool. Anzeiger*, t. XVI, 1893, p. 203-205.

les Pénéides, montrent avec quelle prudence il faut essayer de trancher la filiation des formes voisines. Je ne crois pas que l'on puisse dire, par exemple, avec Boas ([1]), que l'ancêtre des Eucyphotes « était un vrai Pénée »; on ne pourrait sans doute pas dire davantage qu'il était un Euphausidé ou un Lophogastridé. Si l'on s'accorde à ranger les Hoplophoridæ parmi les Eucyphotes, c'est uniquement en vertu du principe de moindre action, autrement dit de la fréquence observée des caractères, qui sert à construire l'échelle des valeurs adoptée. Mais il faut toujours remarquer que ces valeurs sont arbitraires, dans l'impossibilité où nous sommes de décider si tel caractère fréquent est, pour l'être considéré, de conservation ou d'édification plus « coûteuse » que tel autre.

ZOOLOGIE. — *Sur la systématique des Chétognathes.* Note de M. **Paul Abric**, présentée par M. A. Giard.

Des recherches embryogéniques, en particulier celles de Doncaster (1902) ([2]), ont montré que les Chétognathes n'acquéraient pas du premier coup la disposition des nageoires qui se trouve réalisée chez les diverses espèces à l'état adulte. Chez les *Sagitta*, le jeune ne possède qu'une paire de nageoires latérales qui, dans la suite, se divisent; c'est-à-dire qu'il se produit un accroissement intercalaire d'une certaine région où ne se forment plus des replis ectodermiques. Or, les différents stades du développement sont réalisés, avec quelques complications, chez des formes adultes qui peuvent former des groupes sériés, et dont il convient, au moins provisoirement, de faire des genres. L'objet de la présente Note est d'indiquer le sens de cette évolution morphologique.

T. Scott (1896) ([3]) a figuré, sans la nommer ni la décrire, une espèce de Chétognathe parasitée par un Nématode et trouvée dans le Firth of Forth, dont je ferai le genre *Scottochætus* P. Ab. caractérisé par le fait que le système des nageoires, paires et caudale, est absolument continu (ou

([1]) *Studier over Décap. Slægtsk.*, 1880, p. 173.

([2]) L. Doncaster, 1902, *On the development of Sagitta, with notes on the Anatomy of the adult* (*Quart. Journ. micr. Sc.*, t. XLVI, p. 351-398, Pl. XIX-XXI).

([3]) T. Scott, 1896, *Additions to the fauna of the Firth of Forth*, Pl. VIII... *Annelid parasite of Sagitta* (*Ann. Rep. Fish. Board f. Scotland*, t. XIV, 1896-1897, p. 165, Pl. IV, fig. 16-17).

contigu : il y a un commencement d'individualisation de la nageoire caudale).

Krohnochætus P. Ab., dont le type mérite d'être *K. foliaceus* Aida (1897) (¹) des mers du Japon (et non *Khrohnia hamata* Möbius 1874, qui est un *Spadellochætus*), est un *Scottochætus* sans continuité entre les nageoires paires et impaire; la nageoire latérale s'étend de chaque côté à la fois sur le segment cœlomique testiculaire et sur la plus grande partie du segment ovarien.

Les nageoires latérales se divisant chacune en deux au niveau du cœlome ovarien, je nommerai *Lyrochætus* P. Ab. (type *Sag. lyra* Krohn) les formes où cette division n'est pas définitivement accomplie, et *Sagittochætus* P. Ab. (= *Sagitta* auct.) les formes où la division est parachevée. A ce dernier se rattache le genre aberrant *Conantochætus* P. Ab., créé pour une espèce des Bahama (*C. schizopterus* Con.) décrite par F.-S. Conant (1895) (²); il est caractérisé en ce que la séparation morphologique de la première et de la deuxième nageoire paires est située sensiblement au niveau du septum ovaro-testiculaire, celui-ci étant remonté de telle sorte que le cœlome testiculaire est aussi étendu que le cœlome ovarien, au lieu d'être beaucoup plus petit. A mon avis ceci semble indiquer par avance le fait énoncé en 1902 par Doncaster que le septum n'a pas une valeur primitive dans le plan des Chétognathes, qu'il ne représente nullement une segmentation comparable à celle des Annelés, mais se développe au contraire sous la *direction* des cellules génitales, et là où celles-ci se trouvent. En un certain sens, l'espace compris entre les deux nageoires fixe une région morphologique plus évidente que l'emplacement même du septum. Enfin, si les nageoires sont morphologiquement distinctes chez *Conantochætus*, leurs limites étant bien indiquées comme je l'ai dit pour les deux nageoires paires, et par les vésicules séminales entre les nageoires paires et l'impaire, l'ensemble paraît, au premier abord, aussi continu que chez *Scottochætus*. *Conantochætus* n'est pas pélagique, mais vit sur le fond, parmi les Algues.

Supposons maintenant que, dans un *Krohnochætus*, la portion qui représente la nageoire antérieure de *Sagittochætus* avorte complètement : nous aurons le genre *Spadellochætus* P. Ab. (= *Spadella* auct. + *Krohnia hamata* Möb.). *Grassiochætus* P. Ab. (type *G. Claparedi* Grassi 1883), au seul point de vue de la continuité des nageoires, présente avec *Spadellochætus* les mêmes rapports que *Conantochætus* avec *Sagittochætus*.

Dracochætus P. Ab. est un *Spadellochætus* qui possède dans la région ovarienne deux touffes de soie, l'une droite, l'autre gauche, dont le rôle physiologique est douteux et qui ne sont peut-être pas assimilables morphologiquement à la paire antérieure

(¹) T. Aida, 1897, *Chætognaths of Misaki Harbor* (*Annot. Zool. Japon*, t. I, p. 13-21, Pl. III).

(²) F.-S. Conant, 1895, *Description of two new Chætognaths* (*Johns Hopk. Univ. Circ.*, t. XIV, p. 77-78, 1 planche).

de nageoires des *Sagittochœtus*. Ce genre, qui est de mer chaude, comprend trois espèces *définies* et sans doute un plus grand nombre de formes mal ou incomplètement décrites : *Dr. Krohni* P. Ab. (= *Sag. draco* Krohn 1853, Grassi 1883), Méditerranée, baie d'Amboine, etc; *Dr. Strodtmanni* P. Ab. [= « *Sag. draco* Krohn » de Strodtmann (1892) (¹), bien différent du type de Krohn], courant de la Floride, mer des Sargasses; *Dr. Vougai* Béraneck 1895 (²), baie d'Amboine.

Tous les genres précédents doivent former un groupe des Gastroproctidæ. La *Spadella Marioni* de Gourret (1884) (³), pour laquelle j'établis le genre *Gourretochœtus* P. Ab., présente trop de particularités spéciales pour qu'on ne la distingue pas de tous les autres Chétognathes en un groupe des Notoproctidæ.

Conclusions. — Ces séries *morphologiques* ne représentent nullement des séries *évolutives* réelles. Il est parfaitement impossible d'en établir de telles par l'étude des variations d'un seul organe; lorsqu'on fait appel à plusieurs organes, les séries ne sont plus continues, comme je le montrerai prochainement par l'étude de la tête, et comme le prouve d'ailleurs surabondamment l'existence de *Gourretochœtus*, Spadelle par les nageoires.

J'espère montrer, par une série d'études sur les Chétognathes, groupe pourtant bien homogène et uniforme, que des ressemblances morphologiques, pour si précises qu'elles soient, ne doivent nullement faire préjuger de parenté phylogénétique. C'est à cet effet que j'ai cru devoir donner des noms génériques, commodes, et à peu près indispensables dans la pratique, aux stades de développement des nageoires.

MÉDECINE. — *Étude des côtes par l'orthodiascopie.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

Dans une Note présentée par M. le professeur Bouchard et par moi le 12 juin 1899 à l'Académie, nous avons dit que la radioscopie ordinaire permettrait d'apprécier certaines modifications pathologiques de la fonction

---

(¹) S. Strodtmann, 1892, *Die Systematik der Chætognathen und die geographische Verbreitung der einzelnen Arten im nordatlantischen Ocean* (*Arch. f. Naturgesch.*, t. LVIII-1, p. 333-357, Pl. XVII, XVIII).

(²) E. Béraneck, 1895, *Les Chétognathes de la baie d'Amboine* (voyage de MM. M. Bedot et C. Pictet dans l'Archipel malais) (*Rev. suiss. Zool.*, t. III, p. 137-159, Pl. IV).

(³) P. Gourret, 1884, *Considérations sur la forme pélagique du golfe de Marseille, suivies d'une étude anatomique et zoologique de la* Spadella Marioni (sp. nov.) (*Thèse*, Paris, 1884, 175 pages, 5 planches).

respiratoire et en particulier l'inégalité d'inclinaison et d'oscillation des côtes à droite et à gauche.

D'autre part, nous avons montré la possibilité, en dissociant les phases de la respiration par un appareil interrupteur automatique spécial, de fixer par la radiographie le thorax en inspiration et en expiration; autrement dit, de faire la cinématoradiographie de la respiration. Sur les radiographies ainsi obtenues nous avons déterminé la pente des côtes entre deux points situés respectivement à 4^{cm} et à 8^{cm} de l'axe médian. Pour cela, nous avons mesuré la hauteur du bord supérieur d'une côte considérée en ces deux points, 4^{cm} et 8^{cm}, au-dessus d'une horizontale arbitraire (ordonnées des deux points). La différence de ces ordonnées indiquait en centimètres la pente de la côte pour une longueur de 4^{cm}; en divisant ce nombre par 4, nous obtenons la pente par centimètre qui n'est autre que la cotangente trigonométrique de l'angle fictif fait par une côte rectiligne passant par les deux points considérés avec la verticale.

Il était facile dès lors de déterminer *l'angle costal d'inspiration* et *l'angle d'expiration*. Leur différence est *l'angle fonctionnel*, que nous avons trouvé variant de 3° à 5°, en moyenne. Nous avons étudié, par le même procédé cinématoradiographique, l'ampliation diaphragmatique.

Ces moyens d'exploration non seulement qualitative mais aussi quantitative de la fonction respiratoire étaient passibles de certains reproches : appareillage délicat, déformation de l'image, etc.

Ces inconvénients m'ont conduit à tenter l'étude quantitative de la fonction respiratoire par notre procédé orthodiascopique.

On sait que *l'orthodiagraphie* ou plus exactement *l'orthodiascopie* consiste à projeter normalement sur l'écran les contours des organes étudiés.

Avec un bon éclairage et un peu d'habitude, on peut obtenir la projection du bord supérieur d'une côte prise à sa position la plus basse et à sa position la plus haute, le sujet ne forçant d'ailleurs que légèrement son rythme respiratoire. Nous plaçons l'ampoule de manière que le rachis soit irradié normalement au niveau de l'articulation de la côte considérée. Ce procédé est à peu près le seul praticable.

Je vais donner ici le résultat d'une série d'examens que j'ai pratiqués en collaboration avec M. Vannier.

Dans toute observation, il faut tenir compte du type respiratoire du sujet qui peut avoir tous les intermédiaires entre le type costal supérieur et le type abdominal. Aussi tous nos graphiques portent-ils en même temps la silhouette du diaphragme aux deux phases.

Résultats obtenus. — Comme la radioscopie ne permet pas d'apprécier, avec autant de précision que la radiographie, le bord supérieur de la côte, nous avons considéré, d'une part, la pente costale entre les points situés à 4^{cm} et 8^{cm} comme dans nos observations de 1899; d'autre part, la pente costale entre les points 4 et 10, et nous avons pris la moyenne entre les angles correspondants.

Voici un exemple :

		Hauteur			Angle correspondant		
		à 4^{cm}.	à 8^{cm}.	à 10^{cm}.	à la pente de $\frac{4}{8}$.	à la pente de $\frac{4}{10}$.	Moyenne.
Gauche	Insp.....	24	50	12	$84\frac{1}{2}$	79	$81\frac{3}{4}$
	Exp.....	22	15	6	$81\frac{1}{4}$	76	$78\frac{1}{2}$
Droite	Insp.....	22	15	5,5	$80\frac{1}{2}$	75	$77\frac{3}{4}$
	Exp.....	21	11	0	76	$70\frac{1}{2}$	$73\frac{3}{4}$

Le Tableau suivant indique les moyennes que nous avons obtenues chez une douzaine de sujets :

		Angles moyens. Gauche.		Droite.	
Numéros.	Sexe.	Insp.	Exp.	Insp.	Exp.
1	*f*	75°	$68\frac{3}{4}$°	$77\frac{3}{4}$°	$77\frac{3}{4}$°
2	*f*	$81\frac{3}{4}$	$78\frac{1}{2}$	$77\frac{3}{4}$	$73\frac{1}{4}$
3	*f*	$74\frac{1}{4}$	68	$75\frac{1}{2}$	$72\frac{1}{4}$
4	*h*	$83\frac{1}{2}$	$76\frac{3}{4}$	$83\frac{1}{2}$	$76\frac{1}{4}$
5	*h*	74	65	$80\frac{1}{4}$	$75\frac{1}{4}$
6	*h*	80	$73\frac{1}{4}$	$76\frac{3}{4}$	$71\frac{1}{2}$
7	*h*	75	$67\frac{3}{4}$	$71\frac{1}{2}$	$65\frac{1}{4}$
8	*h*	$77\frac{3}{4}$	$74\frac{1}{4}$	$75\frac{3}{4}$	73
9	*h*	$84\frac{3}{4}$	79	84	$79\frac{1}{4}$
10	*h*	$76\frac{1}{2}$	$71\frac{3}{4}$	$75\frac{1}{4}$	$70\frac{3}{4}$
11	*h*	67	67	$65\frac{1}{2}$	$65\frac{1}{2}$
12	*h*	$76\frac{3}{4}$	$76\frac{3}{4}$	$77\frac{3}{4}$	$77\frac{3}{4}$

I. Si nous prenons les moyennes générales des sujets examinés nous arrivons aux chiffres :

Gauche...	Inspiration...	77°.15m	Position moyenne...	74°.45m
	Expiration...	72.15		
Droite....	Inspiration...	76.45	Position moyenne...	74.45
	Expiration...	73.00		

Nous dirons donc que l'angle costal moyen, approximativement égal des deux côtés, nous paraît être voisin de 74° à 75° en le mesurant par le procédé indiqué ci-dessus.

II. Si nous faisions abstraction des cas 11 et 12 où la respiration était du type tota-

lement abdominal et du cas n° 1 anormal à cause d'une tuberculose rénale droite qui paraît avoir immobilisé la moitié droite du thorax en position d'inspiration forcée, nous trouvons les moyennes suivantes pour l'inspiration et pour l'expiration, soit à droite, soit à gauche :

Inspiration.	Gauche.	78°,6	Moyenne.	78°,2	Différence. 5°,4
	Droite..	77,8			
Expiration.	Gauche.	72,7	Moyenne.	72,8	
	Droite..	72,9			

Ce qui nous permettrait de dire que l'angle fonctionnel costal varie de 5° à 6° et paraît sensiblement égal chez les sujets sains à droite et à gauche, comme le montre l'examen qualitatif et les chiffres particuliers.

L'orthodiascopie permet donc de comparer les angles costaux et les angles fonctionnels à droite et à gauche chez un même sujet, et de les comparer aux moyennes ci-dessus qu'un grand nombre d'observations pourront contrôler et modifier au besoin.

Dès lors, en présence d'un sujet offrant une anomalie orthodiascopique appréciable, on doit rechercher la cause de cette anomalie. Ainsi, dans les cas où l'angle fonctionnel est sensiblement plus faible d'un côté que de l'autre, on doit penser à une tuberculose possible si les autres signes cliniques sont en faveur de cette hypothèse (cas 2, sujet tuberculisable; cas 3, sujet très suspect).

HYDROLOGIE. — *Sur une nouvelle exploration du gouffre du Trou-de-Souci (Côte-d'Or).* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Gaudry.

Du 6 au 9 juillet, M. L. Jacques, propriétaire du gouffre du Trou-de-Souci, nous en a permis l'exploration complémentaire et à ses frais (voir *Comptes rendus*, 31 octobre 1904), avec MM. Cl. Drioton, J.-B. Mercier et Louis Armand.

A 57^m de profondeur l'eau était stagnante; en mars-avril on l'avait entendue couler avec force; cet écoulement, *intermittent*, se fait du sud-ouest au nord-est (orientation de la *combe* extérieure) et peut s'élever de 6^m à 10^m dans le fond du gouffre. En amont nous avons reconnu, avec deux canots de toile, un lac souterrain de 50^m de longueur, 3^m à 12^m de largeur, $1^m,50$ à $4^m,40$ de profondeur, dans une série de diaclases (hautes de 10^m à 20^m) parallèles entre elles et que l'eau a mises en communication par leur base; toute crue de 2^m à 3^m immerge les pointes de leurs cloisons rocheuses séparatives et les amorce en vases communicants (*idem*, à Marble Arch, en Irlande). Une

voûte mouillante ainsi immergée de $0^m,10$ nous a arrêtés. Les concrétions manquent, n'ayant pas le temps de se déposer sur les parois entre deux crues successives; mais une abondante précipitation calcique transparaît au fond de l'eau saturée de carbonate de chaux. Il n'y a que deux faibles dépôts d'argile, presque toute entraînée par les flux; l'un d'eux est percé, en écumoire, de petits entonnoirs coniques creusés par les suintements des hautes voûtes. La température de l'eau est de 11° C., celle de l'air 9°,5 C., à cause du courant d'air tombant du gouffre et qui active l'évaporation.

En aval, les diaclases, hautes de 20^m à 30^m, et en partie à sec, forment un labyrinthe et s'anastomosent aux hautes eaux; toutes se rétrécissent à $0^m,40$ ou $0^m,60$ (avec 4^m de profondeur d'eau) et sont infranchissables à pied comme en bateau [*idem* aux avens de la Cèpe (Drôme), de Sauve (Gard), etc]; mais leur partie moyenne est renflée en fuseau (Bramabiau, Padirac, Bétharram, etc.); le gouffre lui-même est la principale de ces cassures, propagée jusqu'au sol, et ouverte en abîme par la capture de l'ancien écoulement de la combe. Une autre crevasse voisine s'élève aussi jusqu'à la surface, mais son orifice y est bouché. Les indices de corrosion chimique et de mise en liberté de l'argile du calcaire sont très nets. A l'aval, l'érosion mécanique a accumulé un dépôt de milliers de galets calcaires roulés, polis, sphériques ou ovoïdes (de $0^m,02$ à $0^m,15$ de diamètre) pareils à ceux trouvés, en 1883, lors de l'éboulement du tunnel du Credo (Ain), etc.; ils témoignent de tourbillonnements intenses et d'effets dynamiques très puissants, mais surtout dans les boyaux inférieurs ou vases communicants, vraisemblablement sinueux, où les crues font *chasse* en *conduites forcées*. Dans les galeries libres à l'étiage, la propagation des eaux doit être plus calme, car nous avons retrouvé, en aval, à fleur de sol et *intacts*, une corde (laissée par nous le 24 octobre 1904 sur le talus du gouffre) et les ossements (mâchoire, etc.) d'un suicidé de mars 1885; le tout a été tranquillement *flotté* à si petite distance que, selon toute présomption, le labyrinthe n'aboutit qu'à des voûtes mouillantes comme le lac d'amont.

M. E. Bonjean a bien voulu se charger de l'analyse chimique et bactériologique des échantillons d'eau prélevés.

L'expérience de coloration par la fluorescéine ne pourra être faite qu'à un moment de fort écoulement, mais sans que l'on ait besoin de descendre dans le gouffre.

En résumé, le Trou-de-Souci synthétise d'une façon tout particulièrement remarquable les *lois principales de l'hydrologie* des calcaires, savoir :

1° Préexistence des fissures du sol (joints et diaclases).

2° Capture, par les cassures recoupant la surface, des cours d'eau extérieurs (sans doute dès le tertiaire).

3° Agrandissement de ces crevasses capturantes en pertes et abîmes, de haut en bas en général; exceptionnellement de bas en haut, par effondrement postérieur.

4° Dessèchement progressif des vallées par les captures (achevé au Souci, dans les Causses, etc.; en cours d'évolution dans le Jura, la Charente, sur le haut Danube, en Belgique, etc.).

5° Dilatation souterraine des diaclases en *citernes* distinctes, parfois raccordées en assez longues rivières intérieures.

6° Triple action de l'érosion, de la corrosion et de la pression hydrostatique. *Décalcification* contemporaine très notable.

7° Décadence de l'écoulement souterrain, les parties basses des cavités étant moins dilatées que les parties moyennes.

8° Circulation souterraine non pas en nappes, mais en réseau de fissures très souvent anastomosées.

9° Intermittence (parfois jusqu'à stagnation complète) et, en tous cas, irrégularité extrême de cette circulation, selon l'abondance des pluies et des infiltrations du dehors (expliquant les variations des *résurgences* et leur *temporaire* contamination accidentelle).

10° Remplissage des fissures-réservoirs *en hauteur*, bien plus qu'en largeur, avec des *mises en charge* qu'on a vues supérieures à 10^{atm} dans certains gouffres du Karst.

11° Amorçage et jeu de siphons (d'aqueducs) souterrains (vases communicants) lors des *crues souterraines*.

12° Propagation tantôt calme, tantôt violente des eaux souterraines, selon la forme et le diamètre de leurs conduites.

13° Diversité de la température souterraine expliquant les variations, trop longtemps méconnues, de celle des résurgences (Vaucluse, etc.).

14° Possibilité de désobstruer avec succès certains fonds d'abîmes et d'accéder ainsi au *réseau hydrologique souterrain* des calcaires.

15° Difficulté de suivre un pareil réseau dans toutes ses parties à cause des *voûtes mouillantes* séparatives, qui le partagent en biefs étagés, assurant en définitive (comme des vannes fixes) la pérennité des résurgences et expliquant, selon leur *état de charge*, les irrégularités de celles-ci et le fonctionnement de leurs *trop pleins étagés* (Tindoul de la Vaissière, etc.).

16° Possibilité vraisemblable d'améliorer cet état de choses par des recherches méthodiques persévérantes et par des travaux hydrauliques *très prudemment* conçus et exécutés.

HYDROLOGIE. — *Les minéraux des eaux de sources de Paris.*
Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. A. de Lapparent.

Les eaux de sources qui alimentent la ville de Paris déposent sur les filtres un résidu de couleur ocreuse dont la composition est très curieuse. J'ai soumis à une étude micrographique détaillée des produits de filtration se rapportant à deux sources. Les uns m'ont été fournis par M. Boursault,

ingénieur aux Chemins de fer du Nord, les autres par l'École Normale supérieure.

Les matériaux qui constituent le résidu recueilli en mai et juin ont une double origine. Les plus nombreux ont été transportés par les eaux; ce sont des éléments clastiques. Ils sont accompagnés par des minéraux qui ont pris naissance dans ces mêmes eaux, et que j'appellerai des *minéraux secondaires*.

1. Minéraux clastiques. — Cette première catégorie comprend des éléments aussi nombreux que variés, parmi lesquels on distingue des minéraux isolés, des débris de roches et des restes organiques.

A. *Minéraux*. — Ce sont par ordre de fréquence :

Argile : Le résidu abandonné sur le filtre est à base d'argile amorphe, formée de particules impalpables, susceptibles de rester très longtemps en suspension dans l'eau.

Quartz : En grains généralement anguleux, pourvus d'arêtes tranchantes et de pointes aiguës. Quelques éléments sont parfaitement arrondis et dépolis. Le plus volumineux que j'aie observé mesure $0^{mm},52$; un grand nombre de fragments ont des diamètres d'environ $0^{mm},1$; les plus petits n'atteignent même pas $0^{mm},01$. Mes observations ont porté sur plus d'un millier d'éléments.

Pyrite : Grains irréguliers et un cristal cubique passant à la limonite. — *Rutile :* Plusieurs fragments roulés, dépourvus de forme cristalline. — *Phosphate de chaux :* En grains arrondis et amorphes. — *Orthose :* Cristaux altérés. — *Microcline :* Caractérisée par une très grande fraîcheur. — *Magnétite*. — *Glauconie :* Tantôt intacte, tantôt en voie de décomposition et chargée de limonite à la surface. — *Corindon :* Grains dont l'un offre une belle nuance bleu saphir. — *Tourmaline :* Un seul fragment de cristal. — *Grenat*. — *Zircon* (?).

Deux minéraux indéterminés représentés par plusieurs individus.

Le nombre des espèces observées s'élève à quinze, dont une douteuse. Le quartz est le seul minéral clastique, en grains, relativement fréquent; les autres sont en vérité très rares.

B. *Débris de roches*. — Les fragments de roches ne jouent qu'un rôle tout à fait négligeable dans la constitution du résidu, mais leur présence mérite d'être signalée. Ce sont de petits morceaux de *craie* et plusieurs esquilles de *silex*.

C. *Organismes*. — J'ai reconnu un seul *Foraminifère* dérivant de la craie et des *Diatomées* d'eau douce, appartenant à des espèces vivantes. Il se peut que les Diatomées ne doivent pas être rangées parmi les éléments clastiques.

2. Minéraux secondaires. — Les eaux qui servent de véhicule aux matériaux détritiques laissent sur le filtre deux minéraux secondaires très abondants :

La *limonite* qui est à l'état de grains irréguliers;

Le *carbonate de chaux*, sous forme de rhomboèdres très rares, de grains à contours quelconques et de prismes isolés ou groupés en éventail, très répandus dans les résidus des eaux de l'Avre.

Toutes mes analyses sont qualitatives; elles accusent une teneur très

faible en minéraux, mais nullement négligeable. Des mesures qui seront entreprises à l'École Normale supérieure me permettront bientôt d'en fixer l'importance et de calculer le poids total des éléments entraînés chaque année.

Il se dégage de mes recherches, encore très incomplètes, quelques résultats dignes d'intérêt, dont je vais mentionner le plus important. Il est de toute évidence que les matériaux clastiques ont été transportés en suspension dans les eaux; si les terrains traversés jouaient exclusivement le rôle de filtres, on n'en trouverait aucune trace dans les eaux qui en sortent. Leur présence prouve que ces mêmes eaux coulent souterrainement en charriant des minéraux, comme celles qui ruissellent sur le sol. De plus, certains éléments font supposer l'existence de communications faciles avec la surface.

Sans m'arrêter aujourd'hui aux conséquences qui en découlent, au point de vue de la valeur des eaux de source qui ont fourni les résidus analysés, je ferai remarquer que les observations précédentes ont une portée générale. Elles sont à mes yeux le point de départ d'une méthode permettant de déterminer rapidement et avec précision le régime des eaux de source. Connaissant, d'une part, la composition minérale des terrains que les eaux traversent et, d'autre part, le résidu détritique qu'elles abandonnent, on peut en déduire par comparaison s'il y a, ou non, ruissellement souterrain et apport d'éléments de la surface. J'estime que cette méthode, maniée très délicatement, se montrera d'une extrême sensibilité et qu'elle sera un guide sûr pour l'étude des eaux de sources recherchées pour l'alimentation des villes.

La présente Note n'est que l'ébauche d'un travail que je publierai dès que j'aurai pu étendre mes recherches à toutes les eaux de Paris. En la terminant, il n'est peut-être pas sans intérêt de signaler au monde médical l'existence de minéraux dans les eaux de source non filtrées de Paris. Des morceaux de quartz aux angles tranchants, aux pointes acérées, introduits dans notre organisme ne peuvent-ils, dans certains cas, jouer le rôle d'agents pathologiques? La question me paraît mériter toute l'attention des médecins.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la chute de grêle du 16 juillet 1905 à Maisons-Laffitte.* Note de M. A. **Berget**, présentée par M. Deslandres.

La chute de grêle qui s'est abattue sur Maisons-Laffitte, à 2^h, a été d'une intensité exceptionnelle, tant par la durée relativement longue du phénomène que par la grosseur inaccoutumée des grêlons.

C'est ainsi que j'ai pesé deux grêlons, l'un de 30^g, l'autre de 49^g, et dans une propriété voisine on a pesé un grêlon de 70^g; rarement, aux environs de Paris, la grêle a atteint cette violence.

Inutile d'ajouter que les vitres ont été détruites et les ardoises des toitures perforées. Sur beaucoup de vitres il n'y avait pas d'éclats, mais seulement des trous ronds, comme ceux que produisent des projectiles.

M. G. **de Faget de Casteljau** adresse une Note *Sur l'application des lois mathématiques à la Graphologie.*

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUILLET 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse solaire totale du* 30 *août* 1905. Note de M. JANSSEN.

C'est François Arago qui attira surtout l'attention des astronomes sur l'intérêt que peut présenter l'observation des éclipses totales, au point de vue de l'Astronomie physique, et l'on peut dire que c'est l'éclipse du 8 juillet 1842, visible à Perpignan, qui en fut le point de départ.

Depuis cette date, ces observations se sont étendues, multipliées et systématisées. Il n'y a plus maintenant d'éclipse solaire totale ou simplement centrale qui ne soit le but d'expéditions scientifiques organisées par les grands Observatoires, et auxquelles les astronomes les plus expérimentés se font un devoir de participer; dans ma carrière scientifique, je n'ai pas observé moins de six de ces beaux phénomènes, dont l'observation m'a conduit dans l'Inde, au Japon, dans l'Indo-Chine et dans le Grand Océan, à l'île Caroline.

La septième, que je me prépare à observer en ce moment, aura lieu en Espagne à Alcocèbre, près de Valence, dans une station choisie avec le plus grand soin par mon éminent ami, l'astronome espagnol, M. Landerer, dont le nom est bien connu de tous les membres de l'Académie.

Cette éclipse se produit dans des conditions exceptionnellement intéressantes. En effet, l'angle que le grand axe de l'ellipse de projection de l'équateur solaire fait avec le plan vertical, passant par le centre du Soleil, sera, au moment de la totalité, de 85°39″, cet angle étant compté dans le sens habituel, en partant du point zénithal du disque. Sa durée est notable, puisqu'elle dépasse 3 minutes, et par conséquent atteint environ la moitié

du temps que Dyonis du Séjour a fixé pour le maximum possible de ces phénomènes dans les circonstances les plus favorables. En outre, ce phénomène se produit dans des régions facilement accessibles, puisque la ligne d'ombre traverse, comme on le sait, l'Espagne, l'Algérie, la Tunisie et la Haute-Egypte. Elle se produit dans des conditions analogues à celle de 1900, qui a été étudiée avec un succès remarquable à l'Observatoire d'Alger, où le ciel est resté absolument pur pendant toute sa durée.

Dans sept ans, en 1912, se produira une autre grande éclipse ayant une trajectoire semblable à celle des deux autres, mais qui se rapprochera beaucoup plus de nous et traversera complètement le territoire de la France; cette éclipse se montrera même dans toute sa splendeur dans les environs de Paris; elle rappellera celle de 1724 que les astronomes de l'Observatoire royal ont fait admirer à Louis XV encore enfant, dans son château de Marly. Les travaux auxquels nous nous livrerons bientôt seront donc une sorte de répétition générale de ceux bien plus importants encore que nous devrons exécuter dans sept ans.

Je compte partir au commencement d'août, accompagné de M. Millochau, astronome de l'Observatoire de Meudon, de M. Pasteur, chef du Service photographique du même établissement. M. Milan Stéfanik, docteur ès sciences de l'Université de Prague, accompagnera ces Messieurs.

Nous emportons comme instruments : la grande lunette photographique, deux spectroscopes, un théodolite, une méridienne, deux chronomètres, divers thermomètres, actinomètres, etc.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un cas simple, où se calculent aisément l'action mutuelle des anneaux juxtaposés constituant un tuyau et l'influence de cette action mutuelle sur la propagation des ondes liquides dans le tuyau.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. J'ai donné dans deux Notes récentes (*Comptes rendus*, 3 et 10 juillet 1905, p. 8 et 81), à la suite de Resal et de M. Alliévi, les équations régissant la propagation du mouvement le long de la colonne liquide contenue dans un tuyau élastique *sans tension longitudinale,* mais en observant qu'une tension de ce tuyau suffisante pour modifier la dilatation des anneaux sous l'action du fluide inclus compliquerait beaucoup le problème. Voici un cas simple où la question reste néanmoins résoluble.

II. C'est le cas d'un tuyau droit sans pesanteur, maintenu *seulement par*

ses deux extrémités, et que les considérations de la fin du n° II de ma première Note (p. 10) permettraient de supposer sans cesse à l'état d'équilibre intérieur, *même dans son ensemble*. La pression totale entre anneaux contigus, dès lors constante d'une extrémité à l'autre ([1]) et égale à la *poussée sur les appuis*, pourra être censée proportionnelle aux *déplacements de ceux-ci* et, par conséquent, à leur somme, c'est-à-dire à l'allongement même de tout le tuyau, allongement que j'appellerai Δ, et qui sera l'intégrale $\int \partial_3\, dx$ avec les notations de ma deuxième Note, aux calculs de laquelle je prierai le lecteur de se reporter (p. 84 et 85).

Mais la tension P_3 entre anneaux, par unité d'aire, vu sa formule (4) linéaire en ∂_3 et θ, sera indépendante de r comme ∂_3 et θ, indépendante aussi, par suite, de x comme sa valeur moyenne, et, en conséquence, proportionnelle à Δ. Or, de là résultera une mise en compte, bien simple, de cette action mutuelle des anneaux.

En effet, l'expression de ∂_3 donnée au n° V (p. 85), puis celles, (7), de p et de ∂', ne s'accroîtront, chacune, que d'un terme encore proportionnel à P_3 ou à Δ; et l'élimination de θ, entre les deux relations (7) ainsi complétées, n'ajoutera, de même, à l'expression linéaire de ∂' en p, qu'un terme proportionnel à Δ. Par suite, la formule $\sigma_0(1 + 2\partial')$ de la section fluide σ s'accroissant d'un terme analogue, celle du produit $\rho\sigma$, considérée vers la fin de ma première Note pour obtenir l'équation (7) de cette Note, prendra la forme

$$\rho_0 \sigma_0 \left(1 + \frac{p + a\Delta}{\rho_0 \omega^2}\right),$$

si l'on y appelle a un coefficient constant connu. Il suffira donc de poser

$$p + a\Delta = p',$$

pour obtenir, en p' et U, les équations (6), (7) et, par suite, (5) de la même Note, avec p simplement accentué.

D'ailleurs, l'expression de ∂_3 fournie par la substitution, dans la formule de ∂_3 déjà obtenue, à θ, de sa valeur linéaire en p et Δ, réduit finale-

([1]) Cette constance n'est pas compromise, dans le cas d'une épaisseur ε seulement comparable aux petites variations du rayon intérieur, par la composante, suivant l'axe, des pressions p exercées sur la face concave, alors négligeables devant la tension $E\partial'$ des anneaux (p. 11).

ment la relation $\Delta = \int \partial_3 \, dx$ à deux termes, l'un, en Δ, l'autre, en $\int p \, dx$; et, donnant ainsi Δ proportionnel à $\int p \, dx$, elle permet de déduire, à toute époque t (notamment à l'instant initial $t = 0$), les valeurs de p' de celles de p, ou *vice versa*.

Par conséquent, sauf cette substitution de p' à p, les lois du mouvement seront les mêmes que dans un tuyau sans tension longitudinale, et la vitesse ω de propagation des ondes ne dépendra pas du degré de fixité des deux sections extrêmes.

III. En résumé, grâce à l'hypothèse d'inerties négligeables du tuyau *considéré même dans sa totalité*, l'influence que l'action mutuelle des anneaux contigus rend possible, sur chaque tronçon de la colonne fluide, aux tronçons *éloignés* (Note de la page 9), s'exprime par le terme *intégral* unique $a\Delta$, proportionnel à $\int p \, dx$, et dont l'adjonction à la pression p permet à celle-ci, changée ainsi, *fictivement*, en p', de jouer le même rôle que si le tuyau était un tube lâche (¹).

CHIMIE. — *Sur la nature du glucoside cyanhydrique du Sureau noir*, par MM. **L. Guignard** et **J. Houdas**.

Dans une Note récente (²), l'un de nous a montré que les organes verts du Sureau commun (*Sambucus nigra* L.), et principalement les feuilles, fournissent de l'acide cyanhydrique quand on les soumet à la distillation après contusion et macération dans l'eau, par suite du dédoublement d'un composé cyanogénétique sous l'influence d'une enzyme présentant les propriétés de l'émulsine. Il était établi, dans ce travail, que l'enzyme accompagne le composé dédoublable dans la feuille et dans l'écorce verte de la tige, tandis qu'elle existe seule dans la racine, ce qui concorde avec les

(¹) Je viens d'apprendre que l'expression binome (2) de M. Alliévi (page 11), pour l'inverse du carré ω^2 de la *célérité*, avait été donnée dès 1878 par M. Korteweg, dans les *Annalen der Physik und Chemie*, t. V, p. 525 à 542.

(²) L. Guignard, *Sur l'existence dans le Sureau noir d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique* (*Comptes rendus*, 3 juillet 1905). — Voir aussi, sur ce sujet, une Communication faite par MM. Em. Bourquelot et Em. Danjou à la même séance, p. 59.

faits déjà connus dans d'autre cas; mais la nature du corps producteur d'acide cyanhydrique restait à déterminer ([1]).

En raison des caractères organoleptiques spéciaux du liquide obtenu par la distillation des feuilles de Sureau, ainsi que de la diversité des glucosides cyanhydriques déjà rencontrés dans des plantes différentes, il était permis de douter que ce corps fût identique à l'amygdaline. Pour être fixé à cet égard, il fallait poursuivre l'étude des produits du dédoublement ou isoler le glucoside. Comme l'isolement de ce dernier peut exiger un certain temps, nous signalerons aujourd'hui les résultats fournis par l'examen du liquide complexe obtenu par la distillation.

On a opéré chaque fois sur 5^{kg} de feuilles contusées et mises à macérer dans l'eau pendant 24 heures à une température voisine de 25°.

Le premier liquide retiré (environ 5^{l}) est redistillé de façon à concentrer les produits volatils sous un moindre volume (environ 250^{cm^3}).

On ajoute à ce second liquide un excès d'acétate de semicarbazide. Il se produit immédiatement un abondant précipité cristallin, constitué par une combinaison aldéhydique.

Les cristaux, essorés à la trompe et lavés à l'eau pour enlever l'excès du réactif, sont ensuite desséchés et lavés à l'éther, puis soumis à la cristallisation dans l'alcool à 95°.

Le poids de semicarbazone obtenu était en moyenne de 126^{mg} pour 100^{g} de feuilles.

Cette semicarbazone fond, comme celle de la benzaldéhyde, à 214°. Son analyse élémentaire donne les chiffres suivants :

	I.	II.	Calculé pour $AzH^2-CO-AzH-Az=CH-C^6H^5$.
C..........	58,44	58,46	58,89
H..........	5,64	5,93	5,52
Az.........	25,15		25,77
O..........			9,82

Traitée par l'acide chlorhydrique concentré, la semicarbazone se décompose en fournissant un produit liquide, insoluble dans l'eau, plus dense que celle-ci, bouillant à 179° et présentant l'odeur caractéristique de l'essence d'amandes amères.

([1]) Dans cette première Note, on a fait remarquer que la quantité d'acide cyanhydrique fourni par la feuille du Sureau noir pouvait varier dans de certaines limites, et l'on indiquait, comme moyenne, le chiffre de $0^{g},010$ pour 100^{g} de feuille fraîche.

Cette moyenne a été dépassée avec les deux variétés du *Sambucus nigra* que l'on cultive assez souvent dans les jardins ou les parcs : celle à feuilles laciniées nous a donné, en effet, dans le courant de juillet, le chiffre de $0^{g},014$ pour 100; celle à feuilles panachées, le chiffre de $0^{g},015$ pour 100. Avec une autre espèce, le *Sambucus trifoliata,* on a obtenu $0^{g},017$ d'acide cyanhydrique pour 100.

Comme contrôle, nous avons oxydé cette aldéhyde par le permanganate de potasse et nous avons obtenu un acide fondant à 121°, qui n'est autre que l'acide benzoïque.

Ces résultats nous autorisent à penser que la feuille du Sureau renferme de l'amygdaline.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dédoublement catalytique des dérivés monochlorés forméniques au contact des chlorures métalliques anhydres.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Nous avons indiqué antérieurement ([1]) que les dérivés monohalogénés primaires forméniques, amenés en vapeur par un courant d'hydrogène sur nickel réduit, convenablement chauffé, se scindent aisément en hydracide et carbure éthylénique : la réaction, qui a lieu au-dessous de 270° pour les dérivés monochlorés, ne se produit qu'à une température un peu plus haute pour les dérivés bromés et surtout pour les iodés. Dans ces conditions, le métal catalyseur se trouve partiellement changé en chlorure, et nous n'avons pas tardé à reconnaître que le chlorure de nickel anhydre employé seul vis-à-vis du chlorure organique, en l'absence d'hydrogène, peut réaliser un dédoublement identique.

Nous avons reconnu que cette propriété appartient aux divers chlorures anhydres issus des métaux divalents, nickel, cobalt, fer, cadmium, plomb, baryum, etc. Tous ces chlorures agissent catalytiquement à partir de 260°, facilement vers 300°, pour dédoubler les *dérivés monochlorés forméniques* primaires en acide chlorhydrique et carbure éthylénique correspondant. Il est évident que les dérivés secondaires ou tertiaires, déjà atteints par la chaleur seule, subissent encore plus facilement le même dédoublement.

Sur du chlorure de baryum desséché, distribué en couche peu épaisse dans un tube de verre de 70^{cm} de longueur, chauffé vers 300°, on dirige un courant continu de vapeurs de *chlorure d'isobutyle,* fourni par l'écoulement du chlorure liquide à travers un tube capillaire fin. On obtient de suite un dégagement régulier de gaz, constitué par un mélange d'isobutylène et d'acide chlorhydrique. En retenant ce dernier par lavage dans la potasse étendue, on recueille l'isobutylène, totalement absorbable par le brome. L'action se continue indéfiniment avec un débit constant. Après quelques heures de marche, le chlorure de baryum a pris une teinte grisâtre; repris par l'eau, il abandonne une petite proportion de carbures visqueux d'odeur pétrolique, issus d'une certaine condensation de l'isobutylène mis en liberté.

([1]) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 407.

Dans des conditions analogues, le chlorure d'éthyle fournit régulièrement de l'éthylène : le chlorure de propyle donne du propylène. Le chlorure d'isoamyle conduit à de l'amylène liquide. Au contraire, le chlorure de méthyle n'a donné lieu qu'à une destruction insignifiante et fournit par conséquent une exception bien marquée.

La recombinaison du carbure éthylénique avec l'hydracide se produit en quelque mesure dans le tube abducteur : aussi convient-il d'effectuer, le plus près possible du tube à chlorure métallique, la séparation du gaz chlorhydrique par barbotement avec l'eau, sous peine de voir se régénérer une dose assez importante du dérivé chloroforménique primitif, ou de ses isomères secondaires ou tertiaires.

Les chlorures anhydres de métaux bivalents, énumérés plus haut, se comportent exactement comme le chlorure de baryum. Au contraire, les chlorures issus d'éléments monovalents, chlorure d'argent, chlorures de potassium ou de sodium, n'exercent aucune action catalytique de dédoublement sur les dérivés primaires, ni à 300°, ni même à 350°. Le chlorure cuivrique $CuCl^2$ agit de suite, mais il se trouve aussitôt ramené à l'état de chlorure cuivreux Cu^2Cl^2, par la formation de la dose correspondante du dichlorure éthylénique, et le chlorure cuivreux ainsi engendré provoque dès lors une réaction régulière.

Les mêmes chlorures anhydres agissent d'une manière analogue, mais à une température un peu plus haute, sur les *dérivés bromés forméniques* primaires, bromure d'éthyle, de propyle, d'isobutyle, d'isoamyle, qui sont scindés en carbure éthylénique et acide bromhydrique dont nne portion déplace l'acide chlorhydrique du chlorure métallique. L'action, nette à 300°, est rapide à 320°; mais la tendance à la recombinaison de l'hydracide avec le carbure éthylénique est plus grande que pour l'acide chlorhydrique, et cet effet réduit le rendement en carbure.

Les *bromures anhydres* issus des métaux bivalents, bromure de plomb, de nickel, etc., se comportent de la même façon vers 320°, vis-à-vis des dérivés monobromés forméniques primaires, et aussi vis-à-vis des dérivés monochlorés.

La même réaction se produit également, au-dessus de 300°, avec les *iodures forméniques primaires,* en présence des iodures, des bromures, ou des chlorures anhydres des métaux bivalents. A cette température, il y a dissociation de l'acide iodhydrique, avec séparation d'iode libre. D'ailleurs la recombinaison du carbure éthylénique avec l'hydracide est plus rapide qu'avec les acides bromhydrique, et surtout chlorhydrique.

La cause de la réaction pourrait être cherchée dans la formation temporaire d'un chlorhydrate de chlorure instable, fourni par le chlorure mé-

tallique aux dépens du chlorure forménique :

$$C^nH^{2n+1}Cl + MCl^2 = MCl^2HCl + C^nH^{2n}.$$

Le chlorhydrate instable se dissocierait de suite en acide chlorhydrique et chlorure métallique régénéré, et ce dernier recommencerait à fournir la même réaction. Nous ne pensons pas que cette explication puisse être admise, car le phénomène est particulièrement net précisément avec les chlorures (baryum, nickel, etc.), où il ne semble pas se produire de chlorhydrate, tandis qu'il n'a pas lieu avec les chlorures d'argent ou de potassium, qui paraissent donner lieu à une certaine formation de ces composés.

Une explication plus satisfaisante peut être trouvée dans la production temporaire d'un composé organométallique instable issu de l'action du chlorure métallique sur le chlorure forménique, et se dédoublant en carbure éthylénique et chlorure anhydre, capable de recommencer les mêmes réactions. Ainsi, on aurait successivement :

$$BaCl^2 + C^nH^{2n+1}Cl = HCl + Ba\langle{}^{C^nH^{2n}Cl}_{Cl},$$

puis :

$$Ba\langle{}^{C^nH^{2n}Cl}_{Cl} = C^nH^{2n} + BaCl^2.$$

On conçoit que les chlorures issus des métaux monovalents ne pourraient convenir pour effectuer cette succession de réactions ; on a vu que l'expérience confirme cette inaptitude.

Les composés temporaires organo-métalliques, dont la théorie qui précède invoque la formation, peuvent être mis en évidence dans une certaine mesure, quand on fait agir les chlorures forméniques sur le chlorure d'aluminium ou sur le chlorure ferrique anhydres.

Si l'on mélange, vers —10°, du *chlorure d'aluminium* anhydre avec du chlorure d'isobutyle, on n'observe aucune réaction ; mais, si la température s'élève au-dessus de 0°, il y a un dégagement plus au moins rapide de gaz chlorhydrique et d'éthylène. Le chlorure d'aluminium se dissout tout entier en un liquide très foncé (dont la coloration paraît d'ailleurs due aux petites quantités de fer que renferme le produit) : ce liquide chauffé fournit encore du butylène. Nous n'avons pu en extraire un composé défini, le corps formé étant visiblement dissocié et mélangé de ses constituants, chlorure d'aluminium et chlorure d'isobutyle.

Le *chlorure ferrique* anhydre donne des résultats analogues. Soumis vers 300° à l'action des vapeurs de chlorure d'isobutyle, il fournit une réaction extrêmement intense, avec dégagement de beaucoup d'acide chlorhydrique, *sans butylène gazeux*. Le chlorure métallique a été transformé en une matière solide très foncée, à peu près insoluble dans l'eau et même dans les acides, qui est due à la condensation du composé temporaire fourni de suite par la réaction.

Au contraire, le *chlorure chromique* ne donne lieu à aucune action à 300° et n'exerce aucune catalyse sur les dérivés chlorés forméniques.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Tome I de la *Revue des Sciences photographiques, Photochimie, Photophysique, Applications scientifiques de la Photographie*. Rédacteur en chef : G.-H. Niewenglowski. (Présenté par M. Lippmann.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence de la Table des réduites d'une fraction rationnelle*. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Émile Picard.

Considérons une fraction rationnelle quelconque $f(x)$, et soit, en décomposant en fractions simples,

$$f(x) = c_0 + c_1 x + \ldots + c_{n-m} x^{n-m} + \frac{M_1}{1 - \alpha_1 x} + \ldots + \frac{M_m}{1 - \alpha_m x},$$

la partie entière n'existant pas pour $n - m < 0$, $M_1, M_2, \ldots, M_m$ étant des constantes différentes de zéro, et $\alpha_1, \ldots, \alpha_m$ des constantes différentes de zéro et différentes entre elles.

Le dénominateur $V_{\mu\nu}$ et le reste $R_{\mu\nu}$ de la réduite $(\mu\nu)$ de cette fraction sont donnés, en supposant $\nu - \mu > n - m$, par les formules (*Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,*

19 janvier 1905) :

$$V_{\mu\nu} = \frac{\Sigma M_1 \ldots M_\mu (\alpha_1 \ldots \alpha_\mu)^{\nu-\mu+1} \Delta^2(\alpha_1 \ldots \alpha_\mu)(1-\alpha_1 x)\ldots(1-\alpha_\mu x)}{\Sigma M_1 \ldots M_\mu (\alpha_1 \ldots \alpha_\mu)^{\nu-\mu+1} \Delta^2(\alpha_1 \ldots \alpha_\mu)},$$

$$R_{\mu\nu} = \frac{1}{\varphi(x)} \frac{\Sigma M_1 \ldots M_{\mu+1} (\alpha_1 \ldots \alpha_{\mu+1})^{\nu-\mu+1} \Delta^2(\alpha_1 \ldots \alpha_{\mu+1})(1-\alpha_{\mu+2} x)\ldots(1-\alpha_m x)}{\Sigma M_1 \ldots M_\mu (\alpha_1 \ldots \alpha_\mu)^{\nu-\mu+1} \Delta^2(\alpha_1 \ldots \alpha_\mu)},$$

où $\varphi(x) = (1-\alpha_1 x)\ldots(1-\alpha_m x)$ et $\Delta(\alpha_1 \ldots \alpha_\mu)$ désigne le produit

$$(\alpha_2-\alpha_1)(\alpha_3-\alpha_1)\ldots(\alpha_\mu-\alpha_1)(\alpha_3-\alpha_2)\ldots(\alpha_\mu-\alpha_{\mu-1});$$

les sommes sont obtenues en remplaçant, dans les termes écrits, les indices $1, 2, \ldots, \mu$ ou $1, 2, \ldots, \mu+1$, par toutes les combinaisons μ à μ, ou $\mu+1$ à $\mu+1$ des indices $1, 2, \ldots, m$.

Ces formules donnent le moyen de traiter complètement et de la façon la plus simple la question de la convergence de la Table des réduites de $f(x)$.

Si l'on suppose, en effet,

$$|\alpha_1| \geqq |\alpha_2| \geqq \ldots \geqq |\alpha_\mu| > |\alpha_{\mu+1}| \geqq |\alpha_{\mu+2}| \geqq \ldots,$$

on trouve aisément, en divisant par $(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\mu)^{\nu-\mu+1}$ les deux termes de $V_{\mu\nu}$, que

$$\lim_{\nu=\infty} V_{\mu\nu} = (1-\alpha_1 x)\ldots(1-\alpha_\mu x);$$

et, de même, que $x^{\mu+\nu+1} R_{\mu\nu}$ ne diffère que par un facteur ayant, pour ν infini, une limite finie, de l'expression

$$\frac{x^{2\mu}}{\varphi(x)} (\alpha_{\mu+1} x)^{\nu-\mu+1},$$

en sorte que $x^{\mu+\nu+1} R_{\mu\nu}$ tend, pour $\nu = \infty$, vers zéro en tous les points, *et en ceux-là seulement*, qui sont intérieurs au cercle ayant l'origine pour centre et de rayon $\frac{1}{|\alpha_{\mu+1}|}$, sauf les points $\frac{1}{\alpha_1}, \ldots, \frac{1}{\alpha_\mu}$.

Il suffit maintenant d'observer que l'on a

$$f(x) - \frac{U_{\mu\nu}}{V_{\mu\nu}} = \frac{x^{\mu+\nu+1} R_{\mu\nu}}{V_{\mu\nu}}$$

pour en conclure qu'*en ces mêmes points la fraction continue régulière dont les réduites sont sur l'une des droites* $X = \mu$, *où* μ *est l'un des nombres* $0, 1, \ldots, m-1$, *est convergente et a pour limite* $f(x)$.

Ce résultat s'accorde entièrement avec celui obtenu dans un cas plus

général par M. de Montessus (*Bulletin de la Société mathématique de France*, 1902); mais les méthodes sont entièrement différentes.

L'étude des n fractions continues régulières dont les réduites sont sur les droites $Y = 0, 1, \ldots, n-1$, se rattache immédiatement à celle qui précède en remarquant (*Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*, 1892, Supplément, p. 79) que si $\frac{A}{B}$ est la réduite qui, pour une fonction y quelconque, correspond au couple (μ, ν), $\frac{B}{A}$ sera la réduite qui correspond au couple (ν, μ) pour la fonction $\frac{1}{y}$. *On voit s'introduire ainsi immédiatement les modules des zéros de $f(x)$, au lieu de ceux des pôles, pour les rayons des cercles de convergence successifs.*

J'ai communiqué ce résultat à M. E. Picard, d'abord dans une lettre datée d'avril 1904, puis dans un travail étendu daté du 18 novembre 1904; il a été depuis donné par M. de Montessus dans sa thèse de doctorat (datée du 26 novembre 1904, soutenue le 8 mai 1905).

Il est à peine besoin de faire remarquer que les résultats précédents règlent la convergence de la totalité des fractions continues holoïdes de $f(x)$.

PHYSIQUE. — *Recherches expérimentales sur l'effet des membranes dans les chaînes liquides.* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une précédente Note [1] nous avons montré qu'une membrane placée en I dans la chaîne liquide $MR \underset{I}{|} H^2O | MR$ donne naissance à une force électromotrice, et que cette force motrice dépend : 1° de la nature de la membrane bien lavée et de MR; 2° de la position relative de la membrane et des liquides purs H^2O, MR.

D'autres faits sont mis en évidence par les expériences suivantes :

Expériences : 1° Plaçons horizontalement en I dans la chaîne

$$SO^4Na^2 \underset{I}{|} H^2O | SO^4Na^2$$

une membrane de parchemin animal rincée durant quelques minutes, après un séjour préalable dans SO^4H^2 à 1 pour 1000 environ.

---

(1) *Comptes rendus*, 17 juillet 1905.

Le côté SO^4Na^2-*membrane*, qui serait *négatif* avec une membrane bien lavée, est *positif* de quelques millivolts. Souvent ce n'est qu'au bout de longues heures que le signe *négatif* apparaît et que la négativité atteint environ sa valeur habituelle par renouvellement de H^2O au-dessous de la membrane.

2° Utilisons une membrane de parchemin animal neuve bien lavée. Servons-nous non pas de SO^4Na^2 pur de densité 1036, mais de la même dissolution additionnée de 1 pour 1000 environ de SO^4H^2.

Le côté SO^4Na^2 (*acide*)-*membrane* se montre *positif* après quelque temps, la différence de potentiel augmente par agitation et atteint 40 millivolts environ.

3° Revenons à la dissolution pure SO^4Na^2, densité 1036, mais employons une membrane de parchemin animal *imprégnée* d'une dissolution de SO^4H^2 à 1 pour 1000.

De suite le côté SO^4Na^2-*membrane acide* se montre négatif de 50 millivolts environ, comme il fallait s'y attendre (1) puisque l'on a établi une couche SO^4H^2 entre H^2O et SO^4Na^2. Cette différence de potentiel diminue bien entendu par renouvellement de SO^4Na^2 et H^2O au voisinage de la membrane. Au bout de quelques heures le signe change, devient *positif* comme dans les deux cas précédents. Plus tard on retrouve le signe *négatif*, et la négativité s'accroît par agitation comme dans les essais avec une membrane préalablement bien lavée.

Ces expériences ont été répétées avec d'autres membranes : vessie de porc, gélatine et d'autres liquides : SO^4Cu, SO^4Cd rendus acides. Elles ont fourni les mêmes résultats. Des essais comparables ont été faits avec KOH employée au lieu d'acide, et SO^4Na^2, parchemin animal, gélatine.

Conclusion. — Toutes ces expériences prouvent que la force électromotrice constatée dans nos chaînes liquides dépend nettement, en plus des conditions déjà énoncées, de l'action prépondérante de certaines substances contenues en faible quantité dans la dissolution MR ou ayant agi antérieurement sur la membrane.

Interprétation. — Ces résultats que nous compléterons ultérieurement, peuvent s'expliquer, provisoirement tout au moins, par la formation aux dépens de l'électrolyte d'une couche double électrique au contact de la membrane.

L'un des ions, le plus mobile en général, reste adhérent à la membrane. Il lui constitue sa charge électrique. L'autre ion inversement chargé forme une couche voisine entre l'électrolyte et l'eau; il indique la variation du potentiel de H^2O.

L'action persistante de traces d'acides sur certaines membranes prouve bien, en particulier, l'existence de cette fixation plus énergique de l'ion $H^{(+)}$,

---

(1) M. Chanoz, *Sur les variations de la différence de potentiel au contact des électrolytes miscibles* (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1025).

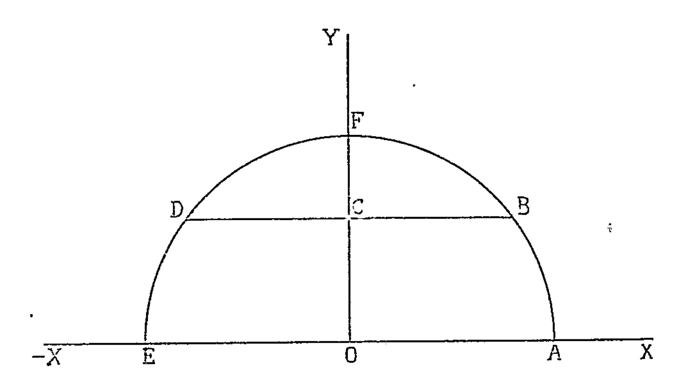
comme l'a déjà observé M. Jean Perrin dans ses recherches sur l'osmose électrique (¹).

MAGNÉTISME. — *L'hystérèse d'aimantation de la pyrrhotine*. Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

Dans une Note précédente (²) j'ai indiqué que la courbe d'aimantation de la pyrrhotine dans la direction de facile aimantation contenue dans le plan magnétique peut être réduite, à l'aide d'une hypothèse sur l'influence démagnétisante de la forme et de la structure grossière, à une branche coïncidant avec l'axe des ordonnées jusqu'à la saturation et à une droite horizontale représentant l'intensité d'aimantation à saturation I_M, depuis le champ zéro jusqu'au champ ∞. L'expérience donne, par suite de l'hystérèse, à la place de la courbe unique, voisine de l'axe des ordonnées, une branche ascendante et une branche descendante ayant une différence d'abscisses constante et égale à $2H_C = 30,8$ gauss.

Il faut donc, pour déplacer l'extrémité du vecteur aimantation I le long du diamètre de facile aimantation, surmonter un frottement constant mesuré par le champ coercitif H_C. L'énergie dépensée dans un cycle est, par suite, l'aire du rectangle $4 \times I_M \times H_C = 4 \times 47 \times 15,4 = 2900$ ergs.

Lorsqu'un champ déterminé H tourne dans le plan magnétique, de la direction OX de facile aimantation à la direction OY de difficile aimantation, l'aimantation décrit l'arc AB du cercle de saturation. Le champ



dépassant OY, l'aimantation décrit instantanément la corde BCD. Puis, le

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 513.
(²) *Comptes rendus*, t. CXL, 5 juin 1905, p. 1532.

champ tournant de OY à O(— X), l'aimantation décrit l'arc DE. La corde BCD est déterminée par la condition $\frac{OC}{H} = \frac{1}{N}$, où N est le coefficient démagnétisant provenant de la structure. Dans l'échantillon étudié où $I_M = 47$ C.G.S., on avait $NI_M = 7300$ gauss. Cette schématisation sera justifiée dans le Mémoire *in extenso*.

L'expérience montre que les arcs AB, DE du cercle de saturation sont décrits sans hystérèse. Comme corollaire, lorsque le champ H est assez intense pour que l'aimantation décrive le cercle de saturation tout entier, l'hystérèse doit être nulle. Des expériences indépendantes, sur plusieurs échantillons, ont montré qu'en effet il en est ainsi.

Les phénomènes d'hystérèse observés pour les points entre B et D suggèrent l'hypothèse que, le long de BCD, le déplacement du vecteur I se fait aussi en surmontant un champ coercitif constant H'_C, dirigé en sens contraire de ce déplacement. Ce champ se mesure assez exactement au point C. On trouve qu'il décroît linéairement avec CF. On a donc

$$H'_C = H_C\left(1 - \frac{H}{NI_M}\right)$$

et pour l'énergie d'hystérèse que l'on a improprement appelée *tournante* :

$$\mathcal{E} = 2H'_C \times BD = 4H_C.I_M\left(1 - \frac{H}{NI_M}\right)\sqrt{1 - \left(\frac{H}{NI_M}\right)^2}.$$

L'énergie d'hystérèse par cycle est d'une mesure relativement facile. Sa variation en fonction de H concorde d'une manière si frappante avec cette formule qu'il en résulte une confirmation de la constance du champ coercitif le long de la corde BCD.

On peut supposer que le champ coercitif provient de l'action mutuelle de petits aimants moléculaires, dont les axes de rotation sont perpendiculaires au plan magnétique. Si la structure de la substance ne change pas jusqu'à la température de disparition du magnétisme à 348°, le champ coercitif H_C doit décroître, en fonction de la température, comme le moment magnétique des aimants élémentaires, c'est-à-dire comme l'intensité d'aimantation à saturation. L'énergie d'hystérèse alternative, égale à $4I_M.H_C$, doit être proportionnelle au carré de l'intensité d'aimantation. Dans une Note [1], publiée en collaboration avec M. I. Kunz, nous avons déjà indiqué les résultats expérimentaux qui vérifient cette double conséquence de l'hypothèse moléculaire.

L'hystérèse tournante doit s'annuler à une température inférieure à celle de la dis-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, 17 juillet 1905, p. 182.

parition du ferromagnétisme, le facteur $1 - \frac{H}{NI_M}$ s'annulant pour une valeur d'autant plus grande de I_M que H est plus grand. L'expérience a montré, en effet, que dans un champ de 1500 gauss l'hystérèse tournante s'annule dès 297°.

L'énoncé mathématique donné ci-dessus pour le phénomène d'hystérèse semble donc le traduire fidèlement dans tous ses détails.

OPTIQUE. — *Sur un stéréoscope dièdre à grand champ, à miroir bissecteur.* Note de M. **Léon Pigeon**, présentée par M. Mascart.

Ce stéréoscope est destiné à l'observation d'épreuves prises avec le champ étendu que donnent les objectifs grand angle. Lorsqu'il est fermé, il présente le même aspect qu'un cahier ou qu'un atlas. Lorsqu'on l'ouvre, les deux panneaux extérieurs, que l'on nommera *panneau droit* et *panneau gauche*, forment un angle dièdre, auquel on donnera, par exemple, une valeur de 140°. Un cadre ou un panneau médian, articulé avec les précédents, forme, en position d'ouverture, le bissecteur du dièdre. Ce bissecteur porte un petit miroir plan, de préférence un miroir de glace argentée ou platinée à sa surface, ou encore un prisme à réflexion totale.

L'appareil étant en expérience, sur le panneau droit se trouve disposée l'épreuve droite, de sens recto, c'est-à-dire dans son sens habituel : elle est regardée directement par l'œil droit de l'observateur. Sur le panneau gauche est disposée l'épreuve gauche, de sens verso ; observée par l'œil gauche visant dans le miroir, elle se trouve ainsi rétablie dans son sens habituel. Tout se passe donc pour l'observateur comme si, sur le panneau droit, se trouvait, presque en coïncidence avec l'épreuve droite, que son œil droit vise directement, une épreuve gauche de sens recto, cette dernière étant visible seulement pour son œil gauche. C'est là, comme l'on sait, la condition essentielle de la vision stéréoscopique.

On voit que cette condition reste réalisée quelle que soit l'ouverture de l'angle dièdre formé par le panneau droit et par le panneau gauche, quelle que soit aussi la position que l'on donne au miroir dans le plan bissecteur. On voit encore que les dimensions de ce miroir unique peuvent être très restreintes, et qu'il conserve cependant un champ étendu, puisqu'il ne sert qu'à l'œil gauche, placé tout contre lui.

Pour que la fusion stéréoscopique se produise dans les conditions les meilleures, quelques conditions très simples sont utiles à réaliser. Les unes sont des conditions nécessaires : les autres, qui correspondent à l'optimum

de vision facile et correcte, ne sont pas cependant rigoureusement exigées.

Il est nécessaire, d'abord, que les deux épreuves soient dans le même aplomb : c'est-à-dire que si diverses lignes verticales sont figurées sur l'une et sur l'autre par des lignes parallèles, les deux systèmes de parallèles doivent avoir une direction commune, qui est celle même de l'arête du dièdre. Il est nécessaire encore que la ligne d'horizon de l'une des épreuves et la ligne d'horizon de l'autre coïncident lorsque les deux épreuves sont rabattues l'une sur l'autre.

Les deux yeux de l'observateur doivent se trouver dans un même plan perpendiculaire à l'arête du dièdre et sur une ligne parallèle au panneau droit. Il est convenable que le plan, perpendiculaire à l'arête, contenant les deux yeux, contienne aussi les lignes d'horizon des deux épreuves; mais cette condition n'est pas indispensable, et si les deux yeux sont placés dans un plan parallèle à celui-là et peu distant de lui, soit au-dessus, soit au-dessous, la fusion des épreuves droite et gauche se fait encore facilement : un observateur non prévenu ne perçoit pas de différence sensible entre ce cas et le précédent.

Il est convenable aussi, pour que l'observateur obtienne une restitution tout à fait correcte, que la distance des yeux au panneau droit soit égale à la distance principale de la perspective, c'est-à-dire à la distance du point nodal d'émergence de l'objectif à la plaque, s'il s'agit de photographies. Mais cette condition de distance n'est pas rigoureusement exigée; si, par exemple, on établit entre les yeux et le panneau une distance différant de la précédente, en plus ou en moins, d'un quart ou d'un tiers de sa valeur, il se fait encore une restitution satisfaisante.

Il convient encore, pour une restitution très correcte, que la perpendiculaire menée du point médian de la ligne des yeux tombe sur le point médian d'un segment très court dont les extrémités sont, d'une part, le point principal de la vue droite, d'autre part, l'image virtuelle, par rapport au miroir, du point principal de la vue gauche. Comme les conditions précédentes, celle-ci convient à la restitution fidèle de la perspective, sans qu'elle soit rigoureusement exigée.

En résumé, le stéréoscope dièdre à miroir bissecteur produit la fusion stéréoscopique au moyen de couples ou de cahiers de format aussi grand qu'on le désire.

Le champ de cet appareil est fort étendu; si l'on veut ne faire usage ni de loupes, ni d'oculaires, en observant à une distance où la vision soit distincte, le champ est celui de l'œil libre, beaucoup plus étendu que celui des instruments d'optique.

On peut aussi employer des oculaires, mais le champ devient alors moindre que dans le cas précédent. Bien que toutes les valeurs données à l'angle dièdre puissent convenir d'après la théorie, celles qui présentent le

plus d'avantages sont les valeurs voisines de 140° pour les épreuves un peu grandes, et celle de 180° pour les moindres formats. Pour cette dernière valeur, les deux panneaux ne forment plus qu'un seul plan.

Les épreuves peuvent être établies soit sur verre, soit sur papier; les épreuves sur verre, très fines, ont aussi l'avantage de pouvoir être observées, soit au recto, soit au verso; les épreuves sur papier, que l'on obtient sans difficulté de sens recto ou de sens verso, peuvent être reproduites à peu de frais par les procédés d'impressions photographiques ou photomécaniques en noir ou en couleurs. La stéréoscopie se trouve affranchie de cette manière des conditions de champ, de format et de prix qui en restreignaient l'emploi. Non seulement un couple d'épreuves, mais un cahier ou un fascicule peuvent donner des vues stéréoscopiques dans tous les formats usuels. Les arts et les sciences, notamment les sciences géographiques, naturelles et médicales, tireront parti de ces conditions nouvelles. Les stéréoradiographies et les vues employées en stéréophotogrammétrie sont ainsi facilement étudiées sans qu'il soit nécessaire de les réduire, de même que les clichés sur glace de l'Astronomie planétaire ou stellaire.

Enfin, le stéréoscope à miroir bissecteur se prête facilement à diverses expériences simples relatives à la vision binoculaire, qui seront publiées prochainement.

OPTIQUE. — *Sur la fluorescence.* Note de M. C. **Camichel**, présentée par M. J. Violle.

Si les méthodes décrites dans ma dernière Communication sur la fluorescence (1) ont le grand avantage de ne faire intervenir que les radiations émises par le corps fluorescent lui-même, elles ont l'inconvénient de ne donner que la valeur moyenne du coefficient de transmission.

Pour traiter complètement la question, il est nécessaire de faire usage d'un spectrophotomètre et de rechercher s'il n'existe pas une radiation pour laquelle une variation sensible du coefficient d'absorption se produit, pendant la fluorescence.

Cette étude est d'autant plus nécessaire que MM. Nichols et Meritt (2) ont annoncé que, pour la radiation $0^{\mu},507$, une variation très notable du

(1) Camichel, *Sur la fluorescence* (*Comptes rendus,* t. CXLI, 17 juillet 1905, p. 185).
(2) Nichols et Meritt, *Physical Review*, December 1904.

coefficient d'absorption de la fluorescéine se produit pendant la fluorescence.

I. J'ai donc placé devant la fente de l'un des collimateurs d'un spectrophotomètre une cuve contenant de la fluorescéine et j'ai mesuré :

1° L'intensité T de la lumière transmise, la fluorescence n'étant pas excitée;

2° L'intensité F de la lumière développée par fluorescence;

3° L'intensité S, somme des intensités de la lumière transmise, et développée par fluorescence.

J'ai obtenu les résultats résumés dans le tableau suivant :

Fluorescéine en solution aqueuse, cuve de 5^cm de longueur.
Fluorescence excitée par une lampe de Nernst de 200 watts placée à 10^cm de la cuve.

λ.	K_θ coefficient de transmission.	T.	F.	S.	T + F.	T + F − S.
μ 0,527	0,84	0,162	0,242	0,396	0,404	+0,008
0,519	0,60	0,110	0,267	0,364	0,377	+0,013
0,513	0,27	0,043	0,213	0,259	0,256	−0,003
0,504	0,02	0,004	0,123	0,140	0,127	−0,013

Les différences entre T + F et S sont toujours faibles et de l'ordre des erreurs expérimentales; elles sont d'ailleurs tantôt positives, tantôt négatives. Il faut donc en conclure que :

$$T + F = S;$$

en d'autres termes, dans les conditions de l'expérience, il n'existe pas de radiation pour laquelle la fluorescence diminue le coefficient de transmission.

II. Il est possible de traiter indirectement la même question. On sait depuis les travaux d'Edmond Becquerel (¹) que l'*intensité de la lumière émise par phosphorescence est proportionnelle à l'intensité de la lumière excitatrice;* cette loi est évidemment applicable à la fluorescence, qui n'est qu'une phosphorescence de très courte durée.

1° Soit une cuve rectangulaire remplie de fluorescéine; elle reçoit normalement, sur l'une de ses faces *a*, une radiation excitatrice d'intensité I_e; la fente de l'un des collimateurs (²) du spectrophotomètre est placée contre une autre face *b*, rectangulaire par rapport à la première. Si *l* désigne l'épaisseur de la cuve parallèlement à l'axe du collimateur, *d* la distance de

(¹) Ed. Becquerel, *La Lumière*, t. I, p. 266.

(²) Ce collimateur avait une distance focale de 1^m et il était muni d'une fente de largeur variable et connue à chaque instant.

cet axe à la face *a* de la cuve, *k* une constante, et si α et β désignent les coefficients d'absorption de la radiation excitatrice et de la radiation excitée, il vient, en supposant *α et β constants* et *indépendants de la fluorescence :*

$$I_f = kI_e \frac{e^{-\alpha d}}{\beta}(1 - e^{-l\beta}).$$

I_f est donc proportionnel à I_e; c'est ce que l'expérience vérifie.

$I_e = \frac{\text{const.}}{d^2}$.	I_f	$\frac{I_f}{I_e}$.
$d = 23{,}0$ cm	12	6,3
24,4	11	6,5
25,4	10	6,5
27,3	9	6,7
28,6	8	6,5
30,2	7	6,4
32,1	6	6,2
36,6	5	6,7
41,6	4	6,7
45,1	3	6,1
57,6	2	6,6

Dans d'autres expériences, I_e a varié de 1 à 120, le résultat a toujours été le même.

2° J'ai adopté également le dispositif suivant : une cuve contenant la matière fluorescente est éclairée normalement par la radiation excitatrice. La lumière développée par fluorescence est observée dans une direction parallèle à celle des rayons excitateurs.

Avec des notations identiques aux précédentes et en admettant toujours que *α et β sont constants*, il est facile de démontrer que

$$I_f = k\frac{I_e}{\alpha + \beta},$$

la longueur de la cuve parallèlement aux rayons lumineux étant supposée très grande.

L'expérience peut être faite de la façon suivante : je projette sur la face d'entrée de la cuve deux images rectangulaires A et B, d'intensités $\sin^2\alpha$ et $\cos^2\alpha$. Il suffit pour cela d'employer un nicol et un biréfringent. Au moyen d'un photomètre constitué également par un nicol et un biréfringent, je compare les intensités des radiations excitées, je trouve que leur rapport est $\text{tang}^2\alpha$.

Voici un exemple : la source de lumière est un arc électrique de 15^A avec verre violet.

Intensités A.	Intensités B.	α observé au moyen du photomètre.
$\sin^2 30^\circ$	$\sin^2 60^\circ$	30°
$\sin^2 20$	$\sin^2 70$	20
$\sin^2 10$	$\sin^2 80$	9,5

Conclusions. — Dans cette Note : 1° j'ai vérifié que l'intensité de la lumière émise par fluorescence est proportionnelle à l'intensité de la lumière excitatrice;

2° J'ai retrouvé, par de nouvelles méthodes, le résultat précédemment annoncé : le coefficient d'absorption d'un corps fluorescent ne varie pas au moment de la fluorescence. Les fluorescences ont été aussi énergiques que l'invariabilité de sources excitatrices le permettait.

CHIMIE MINÉRALE. — *Influence de la vapeur d'eau sur la réduction de l'anhydride carbonique par le charbon.* Note de M. **O. Boudouard**, présentée par M. Troost.

J'ai montré précédemment l'influence de la vapeur d'eau dans les phénomènes de réduction des oxydes de fer (*Comptes rendus,* t. CXL, p. 40) : les gaz réducteurs, à l'état sec, ont une action plus énergique qu'à l'état humide; la différence, importante aux basses températures, devient nulle vers 1000°. Mais l'oxyde de carbone qui entre en réaction dans le haut-fourneau résulte de l'action du carbone sur l'acide carbonique, et l'on peut penser que l'action plus énergique des gaz secs provient de ce que la réaction $CO^2 + C = 2CO$ est d'autant plus active que les gaz sont moins chargés de vapeur d'eau ; il n'en est rien, comme le montrent les expériences suivantes.

L'acide carbonique, obtenu par action de l'acide chlorhydrique sur le marbre, desséché par l'acide sulfurique (laveur et tube à ponce) ou chargé d'humidité par barbotage dans l'eau à la température du laboratoire, traverse une colonne de charbon de 33^{cm} de longueur et $2^{cm},2$ de diamètre. Le tube de porcelaine contenant le charbon est chauffé électriquement, et la température est repérée à l'aide d'un couple thermo-électrique placé extérieurement à ce tube. Le charbon employé est du charbon de bois traité par le chlore, lavé à l'eau bouillante et séché; il est en morceaux de $0^{cm^3},5$ environ.

A sa sortie du tube de porcelaine, le mélange gazeux traverse successivement : 1° un tube à ponce sulfurique pour absorber la vapeur d'eau; 2° des tubes absorbants à potasse et à chaux sodée pour absorber l'acide carbonique non décomposé; 3° un tube desséchant; 4° une colonne d'oxyde de cuivre portée au rouge pour réoxyder l'oxyde de carbone et l'hydrogène; 5° un tube à ponce sulfurique pour absorber l'eau provenant de l'hydrogène; 6° des tubes absorbants à potasse et chaux sodée pour absorber l'acide carbonique provenant de l'oxyde de carbone. Des pesées avant et après expérience permettent de déterminer les quantités d'acide carbonique décomposé et non décomposé.

Températures.	Vitesses à l'heure.	$\frac{CO^2 \text{ décomposé}}{CO^2 \text{ total}}$ (pour 100). Gaz sec.	Gaz humide.
650°	1950 cm³	»	0,8
»	1325	»	0,8
»	1275	0,6	»
800	2350	»	11,9
»	1370	»	12,7
»	1350	8,7	»
»	1050	8,1	»
850	2200	»	29,0
»	1150	25,2	»
900	2150	52,3	»
»	3200	»	51,4
»	2500	»	52,6
1000	2250	»	92,1
»	1700	93,6	»

S'il y a une légère différence à 800°, elle s'atténue rapidement, et à 1000°, que les gaz soient secs ou humides, l'action de l'acide carbonique sur le charbon est identique; dans les conditions de mes expériences, la vitesse du courant gazeux semble sans effet sensible sur le résultat. L'action plus énergique des gaz réducteurs secs ne provient donc pas d'une proportion plus grande d'oxyde de carbone dans le mélange gazeux, mais bien d'une différence d'état hygrométrique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'extension à l'oxyde de zinc d'une méthode de reproduction de silicates de potasse et d'autres bases.* Note de **M. A. Dubois**, présentée par M. Troost.

J'ai exposé, il y a quelques années, une méthode très générale et très féconde de synthèse de silicates doubles de potasse et d'autres bases (¹).

Cette méthode consiste à faire réagir un oxyde métallique sur la silice dissoute dans le fluorure de potassium fondu. On obtient presque toujours un mélange de plusieurs produits que je séparais par la liqueur de Thoulet.

Lorsqu'on arrive au zinc, la liqueur de Thoulet est trop légère pour permettre de séparer les produits, ce qui m'avait fait abandonner cette étude. Je viens de trouver une liqueur plus lourde en dissolvant dans une petite quantité d'eau alternativement et jusqu'à refus soit de l'iodure de lithium, soit surtout de sodium, et de l'iodure rouge de mercure. La substitution de l'iodure de sodium à l'iodure de potassium permet d'atteindre une densité de 3,46, qui dépasse celle de la liqueur de Klein, et même de l'iodure de méthylène, et m'a permis de séparer les produits obtenus dans les expériences relatives à l'oxyde de zinc.

Ces expériences ont été conduites comme avec la magnésie (²), en partant d'oxyde de zinc précipité, car l'oxyde de zinc calciné ne se dissout pas dans la solution de silice dans le fluorure de potassium.

On projette, dans du fluorure de potassium fondu dans un creuset de platine sur un bec Bunsen, de la silice, puis de l'oxyde de zinc précipité qui s'y dissout très rapidement; lorsque la dissolution est achevée, on laisse refroidir. On refond le culot avec du chlorure de potassium, ce qui donne un liquide limpide qu'on abandonne pendant 3 jours à une température variant du rouge sombre au rouge clair. Le creuset se tapisse d'une croûte cristalline qui va en croissant. Au bout de 72 heures on laisse refroidir et l'on reprend par l'eau. On obtient un mélange de produits très bien cristallisés.

J'ai publié en 1897 dans la *Photo-Revue* une photographie du produit brut de la réaction. On y remarque de petits cristaux prismatiques très nets, bien détachés; en second lieu des cristaux prismatiques plus gros, groupés parallèlement et fixés par leur base à un axe.

On sépare ces deux produits par la liqueur à base d'iodomercurate de soude.

(¹) *Sur une méthode de reproduction de silicates doubles de potasse et d'autres bases* (*Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 698).

(²) *Sur l'extension à la magnésie d'une méthode de synthèse de fluorures et de silicates* (*Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 678).

Analyse. — Ces produits s'attaquent avec la plus grande facilité par l'acide chlorhydrique. On évapore à siccité le produit de la réaction et l'on reprend par l'eau acidulée, qui laisse la silice.

Dans la dissolution j'ai précipité le zinc par le carbonate de soude et dans la liqueur séparée de l'oxyde de zinc j'ai dosé la potasse par le procédé de Corenwinder et Contamine.

Le premier silicate a pour densité à 0° : 3,68.

Les analyses conduisent à lui assigner la formule $K^2O, 6ZnO, 4SiO^2$.

	Trouvé.	Calculé.
Silice	28,65-28,62	29,23
Oxyde de zinc	59,55-59,60-58,99	59,31
Potasse	12,01-12,40-12,43	11,44

Le second produit a pour densité à 0° 2,96.

La formule qui rend le mieux compte des résultats de l'analyse est

$$8K^2O, 9ZnO, 17SiO^2.$$

Comme cette formule me paraissait un peu compliquée, j'ai fractionné le produit en quatre parties. C'est qu'en effet, dans la séparation des cristaux microscopiques par les liqueurs lourdes, il se présente une difficulté qui rend la méthode quelque peu imparfaite, l'adhérence de bulles d'air dont l'influence joue un si grand rôle dans la détermination des densités. Je remédiais au peu de mobilité des cristaux dans la liqueur en la laissant en repos pendant 12 heures.

Les différences ont très peu varié.

Ainsi deux analyses du produit brut ont donné :

	Trouvé.	Calculé.
Silice	39,73	39,71
Oxyde de zinc	29,07	29,03
Potasse	30,28	30,49

Les analyses des quatre premières fractions ont donné :

	I.	II.	III.	IV.
Silice	39,96	39,98	39,41	39,82
Oxyde de zinc	28,90	29,34	29,91	29,89
Potasse	30,65	»	30,56	30,49

	Calculé pour $8K^2O, 9ZnO, 17SiO^2$.
Silice	40,70
Oxyde de zinc	29,27
Potasse	30

Il est assez intéressant de remarquer que les résultats obtenus n'ont aucune analogie avec ceux que m'avait donnés la magnésie; je pense que cela n'est pas très surprenant et tient à la fécondité de la méthode; du reste, j'avais observé le même fait particulier en comparant la baryte et la chaux.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un sous-iodure de phosphore et sur le rôle de ce corps dans la transformation allotropique du phosphore.* Note de M. **R. Boulouch**, présentée par M. G. Lemoine.

Un grand nombre de savants, parmi lesquels on peut citer Berzélius, Corenwinder, Brodie, Würtz, A. Gautier, Troost, ont rencontré, dans les produits de la réduction des iodures de phosphore, une poudre rouge que presque tous ont regardée comme du phosphore rouge. En répétant leurs expériences, j'ai pu me convaincre que tous les corps rouges, insolubles dans le sulfure de carbone, obtenus par ces divers chimistes, contiennent une forte proportion d'iode; ces corps pouvaient donc être un sous-iodure de phosphore plus ou moins impur.

I. J'ai réussi à isoler ce composé en faisant agir la lumière solaire sur un mélange d'iode et de phosphore dissous dans le sulfure de carbone bien sec. Si les proportions des deux éléments correspondent à une richesse en iode supérieure à celle du biiodure, il ne se produit rien; pour les proportions d'iode plus faibles, il se dépose au soleil un précipité rouge, qui se forme d'autant plus rapidement que la solution est plus concentrée; après quelques jours d'insolation le précipité cesse d'augmenter et le liquide ne contient plus que du phosphore, ou du biiodure, selon les proportions d'iode et de phosphore que l'on a employées; si l'on a mis en présence des masses à peu près égales d'iode et de phosphore, on retrouve dans le précipité la presque totalité de ces deux corps.

Le précipité est soigneusement lavé avec du sulfure de carbone pur et bien sec, en évitant l'action de l'air humide, puis desséché dans un courant de gaz carbonique à 100°.

On obtient ainsi une poudre amorphe d'une belle couleur rouge, qui contient à peu près la moitié de son poids d'iode; sa formule est P^4I; l'insolation étant un peu prolongée, on trouve un léger excès de phosphore attribuable à la formation directe du phosphore rouge sous l'influence de la lumière solaire.

Ce corps se décompose avant de fondre, émettant de l'iodure PI^2 plus ou moins dissocié et des vapeurs de phosphore. L'action de l'eau est lente et limitée et ce sous-iodure fume fort peu au contact de l'air; l'acide azotique très faible l'attaque vivement

avec mise en liberté d'iode; avec l'acide ordinaire il y a inflammation; les solutions alcalines concentrées le dissolvent facilement avec dégagement d'hydrogène phosphoré; à froid, les solutions alcalines faibles et les carbonates alcalins le transforment en une poudre presque noire qui peut céder tout son iode et qui, traitée par l'acide chlorhydrique, donne naissance à un corps de formule $P^4(OH)$, qu'on peut identifier avec l'oxyde jaune de phosphore de Leverrier et avec le corps $P^4(OH)$ obtenu par M. A. Gautier; la réaction

$$P^4I + KOH = KI + P^4(OH)$$

peut être considérée comme donnant une confirmation intéressante de la formule de M. A. Gautier.

L'ammoniaque et les solutions ammoniacales ont une action particulière sur laquelle j'aurai à revenir; enfin le sous-iodure P^4I est dissous par les solutions d'iode et transformé en biiodure ou triiodure; cette réaction le différencie nettement du phosphore rouge.

II. J'ai essayé de préparer ce corps en chauffant en tubes scellés la solution sulfocarbonique de ses éléments; on obtient bien une poudre rouge; mais, préparé même vers 100°, le produit contient plus de phosphore que le corps obtenu à froid; on peut d'ailleurs obtenir ces produits plus riches en phosphore, en répétant l'expérience de Brodie sur l'action directe de l'iode sur le phosphore fondu, et ils prennent aussi naissance quand on chauffe P^4I, soit dans un gaz inerte, soit en tubes scellés avec du sulfure de carbone.

Dans tous les cas l'excès de phosphore augmente quand la température s'élève, et la coloration du corps se rapproche de celle du phosphore rouge; il semble se former des produits de plus en plus condensés, dans lesquels la proportion d'iode va en diminuant, pour atteindre une limite représentée par du phosphore rouge contenant des traces d'iode.

III. Dès lors, le rôle du sous-iodure de phosphore dans l'action catalytique de l'iode qui produit la transformation allotropique du phosphore, paraît assez facile à établir.

A froid, sous l'influence de la lumière; aux température élevées, voisines de 160°, sous l'influence de la chaleur seule, la production du biiodure de phosphore est immédiatement suivie d'une réduction de ce corps par le phosphore blanc; l'iodure PI^2 est ramené à l'état de sous-iodure, en vertu de la réaction nécessairement exothermique

$$7P(\text{blanc}) + PI^2 = 2P^4I, \tag{1}$$

mais, à 160° et aux températures supérieures, nous venons de voir que P^4I se décompose, subissant une série de transformations qui aboutissent, en dernière analyse, à la production de phosphore rouge, avec mise en liberté

de biiodure plus ou moins dissocié, selon la réaction

$$(2) \qquad 2P^4I = PI^2 + 7P\,(\text{rouge})$$

qui doit aussi être exothermique.

Le biiodure pourra agir sur une nouvelle quantité de phosphore blanc; dès lors, aux températures où ces deux réactions sont simultanément possibles, le système ne pourra être en véritable équilibre que lorsque tout le phosphore blanc aura disparu.

Cette conception du rôle catalytique de l'iode se rapproche de l'hypothèse de Brodie combattue par Hittorf, mais elle échappe à la contradiction expérimentale instituée par ce dernier. Dans l'expérience classique de Hittorf la transformation ne se propage pas de bas en haut dans une colonne de phosphore blanc fondu; or si les trois corps P (blanc), P (rouge), PI^2 se superposent par ordre de densité, le phosphore rouge sépare le phosphore blanc du biiodure, et la réaction représentée par l'équation (1) ne peut avoir lieu, la transformation s'arrête.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un iridochloronitrite de potassium.* Note de **M. L. Quennessen**, présentée par M. H. Moissan.

Dans son travail sur les azotites doubles de l'iridium Leidié (¹) signala, entre le chloroiridite de potassium dont il était parti et l'azotite double d'iridium et de potassium final, un sel intermédiaire auquel il attribua la formule $Ir^2Cl^2(NO^2)^4\,6KCl$.

Miolati et Gialdini (²) ont obtenu ce même composé en opérant différemment. Le chloroiridate d'ammonium mis en suspension dans l'eau fut traité par un courant d'anhydride azoteux et donna la combinaison $IrCl^4(NO^2)^2X^2$ qu'ils appelèrent *acide dinitrotétrachlorosesquiiridique*.

Ces trois auteurs en partant d'un sel chloré de l'iridium ne pouvaient obtenir qu'un résultat similaire. J'ai pensé qu'il serait intéressant de changer le point de départ en traitant un azotite double d'iridium par HCl, et de rechercher dans la solution s'il existerait un chloroazotite semblable à celui déjà décrit.

Ayant eu entre les mains un lot très important d'azotite double d'iridium

(¹) Leidié, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1582.
(²) Miolati et Gialdini, *Comptes rendus, Acad. Lincei*, vol. XI, 7 septembre 1902.

et de potassium, j'ai traité ce sel à chaud par de l'acide chlorydrique dilué de deux fois son volume d'eau. Ce traitement fut renouvelé plusieurs fois; la liqueur évaporée à siccité, puis reprise par H^2O saturée de chlorure de potassium, donna un précipité que j'ai purifié, en le dissolvant dans une solution bouillante de ce chlorure alcalin à 20 pour 100.

Par refroidissement on obtient de petits cristaux jaunes agissant sur la lumière polarisée et, les nicols étant à l'extinction, chacun de ces cristaux apparaît coloré en bleu; phénomène semblable à celui observé par Vèzes (¹) sur le platipentachloronitrite de potassium.

La composition de ce sel m'a conduit à la formule

$$Ir^3Cl^{16}(NO^2)^8K^{12} . 4H^2O$$

du type

$$IrR^8K^4.$$

C'est donc un composé azoté du tétrachlorure d'iridium alors que jusqu'ici on ne connaissait de combinaisons azotées qu'avec le sesquichlorure.

La formation de ce sel montre que, chaque fois que l'on emploiera la méthode des azotites dans l'analyse des métaux du platine, on devra s'assurer de la destruction complète de ces composés nitrosés qui pourraient fausser les résultats obtenus.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du sulfite de soude sur l'éthanal.* Note de MM. **Seyewetz** et **Bardin**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons constaté que le sulfite de soude et l'éthanal, qui sont sans action l'un sur l'autre lorsqu'on les mélange en solution assez diluée, réagissent violemment quand on les emploie à un degré de concentration convenable.

Nous avons reconnu qu'il se forme ainsi divers produits de condensation de l'aldéhyde dont la nature et la proportion varient avec le degré de dilution des solutions, les quantités relatives de réactifs et la température du mélange pendant la réaction.

Dans tous les cas on obtient, après épuisement du mélange à l'éther et rectification, une quantité notable d'un produit insoluble dans l'eau, d'odeur piquante, bouillant

(¹) Vèzes, *Thèse de Paris*, 1892, p. 34.

à 104°-105°, ayant tous les caractères de l'aldéhyde crotonique C^4H^6O et dont l'identification a été complétée par la détermination de la composition centésimale.

Outre l'aldéhyde crotonique, nous avons caractérisé la présence de la *résine d'aldéhyde,* étudiée par Weidenbusch, Ciamician et Puchot, et qui devient le produit principal de la réaction, si on laisse la température du mélange s'élever.

Enfin, dans la rectification de l'aldéhyde crotonique, on a recueilli une quantité assez notable d'une portion passant entre 170°-180°, qui paraît être formée en majeure partie d'un acide crotonique dont l'identification n'a pu être obtenue jusqu'ici.

Nous avons recherché les meilleures conditions de production de l'aldéhyde crotonique en faisant varier systématiquement la température de la réaction, la proportion des réactifs, la durée de leur contact et la concentration des solutions.

Voici le mode opératoire qui nous a donné les meilleurs résultats :

Dans 200g d'éthanal à 95 pour 100, refroidi à 0°, on ajoute peu à peu 50cm³ d'une solution de sulfite de soude à 15 pour 100, en évitant que la température ne s'élève au-dessus de 2° ou 3°.

Après avoir ajouté la totalité du sulfite, la température s'élève brusquement et peut atteindre 40°; c'est l'indication de la fin de la réaction. Dès que l'élévation de température s'est produite, on refroidit le mélange énergiquement avec de la glace pour le ramener aussi rapidement que possible au voisinage de 0°, sans quoi le liquide jaunit et il se forme de la résine d'aldéhyde.

La réaction terminée, le mélange est visqueux et possède l'odeur de l'aldéhyde crotonique.

On l'épuise trois fois à l'éther (une fois avec son volume d'éther, deux fois avec la moitié de son volume), puis on distille l'éther. Il reste un résidu coloré en jaune sentant fortement l'aldéhyde crotonique.

Par rectification, ce liquide donne, outre de l'éther, de l'aldéhyde, puis une portion 70°-105° qui se sépare en deux couches; la couche supérieure est formée d'aldéhyde crotonique, la couche inférieure est une solution aqueuse d'aldéhyde crotonique. L'eau ainsi formée provient sans doute de la décomposition de l'aldol qui a pris naissance primitivement et s'est transformé en aldéhyde crotonique pendant la distillation.

De 170° à 180° on obtient des produits colorés en jaune, à réaction acide. Il reste dans le ballon distillatoire un résidu brun visqueux analogue à la résine d'aldéhyde.

On sépare l'aldéhyde crotonique de la couche aqueuse par saturation avec du chlorure de calcium, puis on enlève par ce réactif toute trace d'eau que peut renfermer l'aldéhyde. On rectifie finalement le liquide en recueillant ce qui passe entre 104°-105°.

Nous avons pu obtenir ainsi un rendement en aldéhyde crotonique d'environ 40 pour 100 du rendement théorique, tandis que la meilleure méthode connue, celle d'Orndorff et Newbury (1), modifiée par Charon (2), qui est d'une exécution beaucoup plus longue, donne un rendement maximum de 30 pour 100.

---

(1) W.-R. Orndorff et Newbury, *Monatshefte für Chemie,* t. XIII, p. 516.

(2) Charon, *Annales de Chimie et de Physique,* t. XVII, p. 197.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Hydrates de méthyl-, diméthyl- et triméthylspartéinium.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons appliqué à la spartéine, l'alcaloïde du genêt (*spartium scoparium*), la méthode classique d'Hofmann, qui a donné entre les mains de divers expérimentateurs, et notamment de R. Willstätter, des résultats si importants dans l'étude de certains alcaloïdes. Le problème présentait ici une complication, la spartéine $C^{15}H^{26}Az^2$ renfermant 2 at. d'azote. Il eût donc été désirable d'opérer sur un produit dérivé de cet alcaloïde, mais d'une composition plus simple, et ne renfermant en particulier qu'un seul azote. Malheureusement, tous les essais que nous avons tentés jusqu'ici, dans le but de scinder la molécule de spartéine, sont restés infructueux. Néanmoins, eu égard à la très grande difficulté avec laquelle la spartéine fixe 2^{mol} d'iodure de méthyle, nous avons pensé que, dans le processus de la méthode d'Hofmann, l'iodure de méthyle se porterait, sinon en totalité, du moins d'une manière prépondérante sur le même atome d'azote où il est primitivement fixé dans l'iodométhylate de spartéine. S'il en était ainsi, l'application de la méthode pouvait fournir des renseignements intéressants sur la constitution de la spartéine.

1° *Hydrate de méthylspartéinium. Méthylspartéine.* — L'iodométhylate-α de spartéine ($[\alpha]_D = -22°,75$) a été transformé par l'action de AgOH en hydrate de méthylspartéinium. Cet hydrate, porté à 175° dans le vide, se décompose en donnant naissance à une base tertiaire, qui répond à la composition d'une *méthylspartéine* $C^{15}H^{25}Az^2(CH^3)$ et qui est constituée par un mélange d'isomères. On peut, en effet, la séparer par distillation fractionnée dans le vide en plusieurs portions dont les points d'ébullition sont compris entre 171° et 175° sous $11^{mm},5$ et les pouvoirs rotatoires entre $[\alpha]_D = -19°,67$ et $-40°,0$ dans l'alcool absolu.

2° *Hydrate de diméthylspartéinium. Diméthylspartéine.* — La méthylspartéine a été additionnée de son poids d'iodure de méthyle, et le mélange abandonné à la température du laboratoire pendant plusieurs jours puis chauffé au bain-marie pendant quelques heures. On obtient ainsi une masse rougeâtre translucide englobant quelques cristaux. Cette masse est dissoute dans l'eau tiède puis traitée par AgOH. L'hydrate de diméthylspartéinium qui en résulte est porté à 175° dans le vide; on obtient ainsi une huile bouillant de 182° à 193° sous $13^{mm},6$ et présentant la composition d'une *diméthylspartéine* $C^{15}H^{24}Az^2(CH^3)^2$.

3° *Hydrate de triméthylspartéinium. Hémispartéilène.* — La diméthylspartéine a été transformée en iodométhylate puis en hydrate de triméthylspartéinium. La solu-

tion de cet hydrate perd déjà de la triméthylamine quand on la distille à la pression ordinaire. La distillation étant achevée, on porte le résidu à 200°-210° pour détruire complètement l'hydrate; dans cette opération il se dégage en abondance de la triméthylamine, qui a été identifiée par ses chlorhydrate, chloraurate et chloroplatinate, en même temps qu'une huile, dont la partie la plus volatile passe à la distillation de 135° à 155° sous 13mm et répond à la composition $C^{15}H^{23}Az$. Cette base renferme encore 1at d'azote, et, par analogie avec le pipérylène, le conylène, etc., il paraît logique de la dénommer *hémispartéilène*.

La série des réactions que nous venons d'exposer peut être représentée par les trois équations suivantes :

$$Az \equiv C^{15}H^{26}Az \begin{cases} CH^3 \\ OH \end{cases} = H^2O + Az \equiv C^{15}H^{25}Az(CH^3),$$

$$Az \equiv C^{15}H^{25}Az \begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \\ OH \end{cases} = H^2O + Az \equiv C^{15}H^{24}Az(CH^3)^2,$$

$$Az \equiv C^{15}H^{23}Az \begin{cases} (CH^3)^3 \\ OH \end{cases} = H^2O + Az \equiv C^{15}H^{23} + Az(CH^3)^3.$$

Méthylspartéine, diméthylspartéine et hémispartéilène sont des bases tertiaires non saturées, réduisant énergiquement le permanganate de potassium en liqueur acide. Elles représentent évidemment non pas des corps définis, mais des mélanges d'isomères formés au cours des déshydratations successives.

L'obtention de méthyl- et de diméthylspartéine, bases tertiaires de plus grande complexité moléculaire que la spartéine, et, d'autre part, la formation abondante de triméthylamine à la troisième méthylation seulement, établissent que, dans la spartéine, les trois valences de l'un des atomes d'azote sont engagées dans un noyau bicyclique. Or, si, comme nous pensons l'avoir établi récemment (*Comptes rendus*, 10 juillet 1905), la formule de la spartéine est symétrique, cette conclusion est également valable pour le second atome d'azote.

Ces résultats relatifs à la spartéine sont du même ordre que ceux que R. Willstätter et E. Fourneau (*Berichte*, 1902, p. 1910) ont obtenus en appliquant la méthode d'Hoffmann à la lupinine $C^{10}H^{19}OAz$. Ils rendent probable une relation de constitution entre ces deux alcaloïdes, que l'on sait se rencontrer dans la même plante, le lupin, depuis que R. Willstätter et W. Marx ont établi l'identité de la lupinidine et de la spartéine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la gentiine.*
Note de M. GEORGES TANRET, présentée par M. Armand Gautier.

La gentiine est le glucoside peu soluble qui accompagne la gentiopicrine [1]. Elle s'accumule dans les eaux mères éthéro-acétiques au cours de la préparation : on évapore celles-ci et l'on reprend par l'eau; la gentiine est séparée par filtration. On la dissout dans l'alcool à 60° bouillant : elle cristallise par refroidissement.

Elle se présente en aiguilles microscopiques, légèrement jaunâtres. Elle est à peu près insoluble dans l'eau froide, mais s'y dissout en petites quantités à la faveur de la gentiopicrine. Elle fond à 274° et se décompose au delà, sans se volatiliser.

La gentiine répond à la formule $C^{25}H^{28}O^{14}$. Elle cristallise anhydre.

Chauffée à 100°, en matras scellé, avec SO^4H^2 à 4 pour 100, elle se dédouble lentement pour donner du glucose, du xylose et de la gentiénine :

$$\underset{}{C^{25}H^{28}O^{14}} + 2H^2O = \underset{\text{Glucose.}}{C^6H^{12}O^6} + \underset{\text{Xylose.}}{C^5H^{10}O^5} + \underset{\text{Gentiénine.}}{C^{14}H^{10}O^5}.$$

L'hydrolyse n'est à peu près complète qu'au bout de 15 heures. Le xylose est séparé du glucose par fermentation : il a été identifié par son pouvoir rotatoire, ses réactions colorées avec l'orcine ou la phloroglucine et HCl avec les bandes d'absorption caractéristiques des pentoses, ainsi que par sa transformation par le brome et le carbonate de cadmium en xylonobromure de cadmium (*Bertrand*).

La gentiine se dissout à froid dans l'acide nitrique avec une belle coloration verte. Elle donne avec $FeCl^3$ une coloration vert noirâtre.

La gentiénine, purifiée par cristallisation dans l'alcool à 90° bouillant, se dépose en aiguilles jaune soufre. Elle est insoluble dans l'eau. Sa formule $C^{14}H^{10}O^5$ en fait un isomère de la gentisine. Comme celle-ci elle est volatile à haute température : mais alors que la gentisine fond à 267°, la gentiénine, chauffée au bloc Maquenne, commence à se sublimer vers 195° et fond immédiatement à 225°; la gentiénine se dissout à froid dans l'acide nitrique avec une coloration jaune, tandis que, dans les mêmes conditions, la gentisine donne une coloration verte.

La gentiine est le premier glucoside connu qui donne du xylose dans ses produits de dédoublement. Sa rareté (100g de gentiopicrine impure en contiennent moins de 1g) ne nous a pas encore permis de pousser plus à fond

---

(1) Voir ce Volume, p. 207.

son étude ni d'établir les rapports qui peuvent exister entre la gentiénine et la gentiine.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Équilibre chimique du système : gaz ammoniac et chlorhydrate d'isoamylamine primaire.* Note de M. **Félix Bidet**, présentée par M. A. Haller.

Réaction directe :

$$AzH^3 \text{ gaz sur } (CH^3)^2 - CH - CH^2 - CH^2 AzH^2 - HCl \text{ solide.}$$

— J'ai employé l'appareil décrit précédemment (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 238) et j'ai suivi, dans ses grandes lignes, le même mode opératoire. Le chlorhydrate, préparé par saturation exacte de l'amine primaire au moyen d'acide chlorhydrique titré, a été desséché dans le vide, puis introduit dans la petite branche de l'appareil, scellée ensuite à la lampe.

Afin de faciliter la réaction, le solide a été mélangé avec des billes en verre.

Lorsqu'on diminue la pression interne par l'abaissement du réservoir, une certaine inertie se manifeste dans les premières heures par l'immobilité du ménisque de mercure; mais, pour rétablir l'équilibre, il suffit de chauffer la petite branche pendant 2 minutes vers 50°.

Par contre, si l'on augmente cette pression de telle sorte que le volume se trouve réduit au tiers de sa valeur précédente, l'absorption devient très lente et les tensions observées sont toujours un peu supérieures aux tensions trouvées auparavant. Après l'expérience, le solide ne présente aucune gouttelette liquide mais s'est aggloméré très nettement malgré la présence des billes de verre.

Réaction inverse : $C^5H^{11}AzH^2$ liquide sur AzH^4Cl solide. — L'appareil est identique au précédent, mais le mode opératoire a dû être modifié sensiblement. Par un dispositif approprié, j'ai déterminé le contact entre la base et le sel à un instant précis, puis j'ai expulsé l'air du tube sous l'influence combinée du vide et du gaz ammoniac de AzH^4Cl. Au préalable, j'ai vérifié que la base ne se solidifie pas au point d'ébullition du chlorure de méthyle et que le liquide organique baigne presque totalement le sel ammoniacal avec les quantités choisies.

Le Tableau suivant indique les pressions observées dans les deux cas et exprimées en millimètres de mercure :

Températures.	Pressions. Réaction directe.	Réaction inverse.
$-23°$ (CH^3Cl bouillant)	105	104
$-9°,5$ (SO^2 bouillant)	202	202
$0°$ (glace fondante)	262	262
$+16°$ ($C^2H^4O^2$ fondant)	452	453

La concordance entre les chiffres précédents nous paraît satisfaisante d'autant plus que les observations ont été faites sans le concours du cathétomètre.

Dans ces expériences, on peut supposer que la base organique déplacée partiellement par l'ammoniac s'unit au chlorhydrate d'isoamylamine non décomposé ou encore au chlorure d'ammonium qui a pris naissance. Les essais que j'ai tentés pour vérifier l'une ou l'autre de ces hypothèses n'ont pas abouti et je n'ai pu isoler aucune combinaison moléculaire. Toutefois, il faut signaler un dégagement de chaleur très sensible lorsqu'on mélange molécule à molécule l'isoamylamine avec son propre chlorhydrate. Je me propose d'étudier à nouveau ce point particulier et de faire connaître les résultats obtenus avec les chlorhydrates des isoamylamines secondaire et tertiaire.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la régénération de la radicule lésée.* Note de M. **P. Ledoux**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La régénération des végétaux a été, depuis quelques années, l'objet d'études attentives. Or, sauf quelques exceptions, tous les auteurs ont effectué leurs recherches sur des végétaux jeunes ou adultes. Presque tous ont conclu à la non régénération des parties lésées. En effet, tant que les lésions n'affectent pas profondément le point végétatif, on comprend que le cycle des phénomènes qui s'effectue normalement dans la racine jeune ou adulte soit simplement interrompu. La racine n'est pas régénérée et les organes de remplacement acquièrent une structure qui, généralement, est très voisine de la structure normale de l'espèce étudiée.

J'ai repris les expériences en sectionnant à divers niveaux, non plus la racine, mais la radicule de quelques grosses graines avant le semis. Ce semis a été fait en pleine terre.

Au point de vue anatomique, les racines de remplacement ainsi obtenues se distinguent des racines des témoins :

1° Par des anomalies d'orientation des faisceaux ligneux ou libériens. Chez le *Lupinus albus* dont la radicule a été sectionnée transversalement, soit à 1^{mm} du sommet, soit à une plus grande distance, j'ai obtenu des racines latérales insérées sur l'hypocotyle. Les faisceaux ligneux de ces racines divergeaient de 120° ou de 90° tandis que, chez les témoins, la racine porte deux faisceaux ligneux orientés, dans les coupes transversales anatomiques, aux deux extrémités du grand axe et divergeant par suite de 180°. Sur un autre exemplaire, les faisceaux ligneux étaient orientés aux deux extrémités du petit axe et non du grand.

2° Par des anomalies dans le nombre des faisceaux ligneux ou libériens. Chez le *Pisum sativum* dont la racine, comme l'on sait, est ternaire, j'ai, par suite de sectionnements pratiqués à divers niveaux de la radicule, déterminé la naissance de racines latérales à deux, quatre ou cinq faisceaux ligneux.

En sectionnant obliquement le point végétatif en bec de flûte j'ai réalisé des variations anatomiques également très profondes. Chez le *P. sativum*, j'ai très fréquemment obtenu par sectionnement oblique du point végétatif des racines latérales présentant quatre ou cinq faisceaux ligneux orientés symétriquement.

L'un des exemplaires ainsi lésés portait sept racines latérales seulement, savoir : deux racines à structure méristématique, deux à structure quaternaire et une à structure ternaire normale. Des deux dernières racines, l'une avait trois faisceaux ligneux anormalement orientés, deux situés aux extrémités du grand axe des coupes et un autre à une extrémité du petit axe. La divergence des faisceaux était ainsi de 90°. La septième racine avait cinq faisceaux ligneux. Ainsi, de ces sept racines, deux seulement avaient la même structure. D'ailleurs elles étaient quaternaires, différant ainsi des témoins à racines ternaires.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que cette dernière racine à cinq faisceaux était insérée près de la section. Or, sur un exemplaire de *Lupinus albus*, une racine à cinq faisceaux était née entre les cotylédons en un point éloigné de la section. Il ne paraît donc pas exister de relations entre la structure d'une racine latérale et son point d'insertion sur l'axe principal lésé.

Enfin, il convient de noter que chez les racines lésées les formations secondaires sont retardées ou absentes.

En aucun cas, je n'ai constaté la régénération des parties lésées.

En résumé, les racines latérales, nées par suite des lésions pratiquées avant le semis sur la radicule, se distinguent au point de vue anatomique :

1° Par des irrégularités dans l'orientation et le nombre des faisceaux ligneux ou libériens;

2° Par une structure différente de celle des racines témoins;

3° Par le retard ou l'absence des formations secondaires;

4° Il n'y a jamais régénération des parties lésées.

Ces résultats sont en tous points comparables avec ceux que j'ai antérieurement obtenus en sectionnant la gemmule avant le semis.

ZOOLOGIE. — *Sur les Crevettes du genre* Caricyphus *provenant des collections de S. A. S. le Prince de Monaco*. Note de M. **H. Coutière**, présentée par M. Alfred Giard.

J'ai donné une brève description de deux espèces du genre *Caricyphus* Sp. Bate (*C. acutus, C. bigibbosus*), dans une Note (¹) sur quelques résultats obtenus avec le filet à grande ouverture, mais leur étude m'a montré depuis une série de faits, intéressant de façon générale la morphologie des Crustacés, et qui font de ce genre l'un des plus remarquables parmi les Eucyphotes.

1° Les ophtalmopodes portent du côté interne une saillie identique à l'organe lumineux de certains Hoplophoridæ, Pénéides et Lophogastridæ, probablement fonctionnelle.

2° Les mandibules, sauf l'absence de palpe, sont identiques à celles des Hoplophoridæ, des Pénéides (*Gennadas, Benthesicymus*), des Lophogastridæ. Comme chez ces derniers, on trouve une *lacinia mobilis* très distincte, mais d'un côté seulement. On sait que ce détail se retrouve chez les Mysidæ, les Amphipodes et les Isopodes.

3° Les trois articles de la hampe des maxillules sont bien distincts; de plus, l'endopodite est à deux articles. Aucun Eucyphote ne possède ce détail, mais il est présent chez les *Gnathophausia*, les Isopodes (l'identité est surtout frappante dans ce dernier cas), chez les Pénéides, et beaucoup de Décapodes supérieurs (Homards, Crabes).

4° Les maxilles montrent aussi trois articles à la hampe ou sympodite, fait nouveau chez les Eucyphotes, présent aussi chez les Pénéides. H.-J. Hansen, qui a eu le mérite de montrer la généralité de cette disposition chez les Arthropodes, l'a figurée sur les maxilles des Mysidæ et des Cumacés. Mais je dois me séparer du sagace naturaliste danois sur le reste de la morphologie de cet appendice, par suite de la netteté des résultats fournis par les *Caricyphus* : les deux premiers articles, pleuro- et coxopodite, portent chacun, d'une part, un tubercule hémisphérique de nature épipodiale, du côté opposé, un lobe ou *lacinie*. La plus proximale, bifurquée, attribuée par Hansen au coxopodite, est ici sans le moindre doute celle du pleuropodite, comme chez les *Apus* et les Branchipes. La seconde est celle du coxopodite, la troisième, simple aussi, est celle du troisième article (basipodite), qui porte d'autre part la large rame assurant le courant d'eau sur les branchies, par ses battements rythmiques. Cette lame est simplement un exopodite, sans aucune partie épipodiale, contrairement à une hypothèse d'Huxley.

La disposition des lacinies chez les *Caricyphus* explique aussitôt celle des Pénéides, où elle se montre identique, celle des Lophogastridæ, des Mysidæ, où elle est un peu différente, en ce que la lacinie bifurquée est celle du coxopodite, et que celle du basi-

(¹) *Comptes rendus*, 17 avril 1905.

podite est très réduite. Mais il y a toujours deux tubercules épipodiaux, l'un d'eux à l'état de glande photogène chez les *Gnathophausia* et peut-être aussi les *Benthesicymus*.

L'endopodite du même appendice, toujours comme chez les Lophogastridæ, est à deux articles distincts. Le seul exemple comparable est celui des *Cerataspis*, parmi les Sergestidæ.

5° Sur les maxillipèdes de la première paire, alors que l'exopodite est celui des Hippolytidæ par la réduction de sa partie foliacée, l'endopodite est à quatre articles, comme chez les Pénéides. Les Lophogastridæ en ont cinq, aucun Eucyphote n'en possède plus de trois (Hoplophoridæ).

6° Toutes les pattes thoraciques se composent de neuf articles, y compris le pleuropodite de la base, et la griffe terminale (on pourrait la nommer *stylopodite*) présente chez les Isopodes, les Amphipodes, les Mysidæ, les Lophogastridæ, que j'ai montré exister chez les Pénéides (*Gennadas, Benthesicymus*), les Hoplophoridæ, et qui paraît manquer chez les Euphausidæ, comme chez les Décapodes supérieurs. De plus, la première et la cinquième paires de pattes, au moins chez le *Car. acutus*, sont identiques dans leurs moindres détails (brosse nettoyeuse de la première, pince rudimentaire de la cinquième), avec leurs homologues chez les Hoplophoridæ.

7° Le telson présente à son extrémité un lobe ovale, muni de trois paires d'épines, sans analogues chez les larves d'Eucyphotes, mais qui se retrouve identique chez les *Lophogaster*, un peu modifié chez les *Gnathophausia*.

Jointes à celles que j'ai établies déjà à propos des Hoplophoridæ, ces ressemblances, si nombreuses et si précises, sont de nature à montrer, entre les Eucyphotes, les Pénéides (et, par suite, les Décapodes supérieurs qui en dérivent si clairement), les Schizopodes inférieurs, même les Isopodes, Amphipodes, et surtout les Phyllopodes, la continuité la plus harmonieuse, qui suffit à expliquer les hésitations et les divergences de la systématique.

Les caractères suivants établissent la parenté non douteuse des *Caricyphus* et des genres adultes tels que *Tozeuma*; saillie de forme identique sur le troisième segment abdominal, épines sus-orbitaires (présentes d'ailleurs chez les Lophogastridæ), formule branchiale identique (cinq pleurobranchies seulement), carpe de la deuxième paire 2-articulé.

Mais, fait d'un intérêt considérable, ces larves d'Hippolytidæ sont de taille égale, ou même supérieure, comparées aux adultes qu'elles représentent; de plus, elles en diffèrent par des détails tels que les suivants : les mandibules des *Tozeuma* adultes ont la forme d'un étroit cylindre, brusquement coudé, et sans portion élargie (psalistome de Sp. Bate), l'endopodite des maxillules est indivis, comme aussi celui des maxilles; sur ces dernières, toutes les lacinies ont disparu sauf la plus distale, le rostre est

de forme absolument différente. Il en résulte qu'en une seule mue probablement, peut-même avec réduction de taille, ces larves subissent des changements si profonds qu'on ne peut guère les comparer qu'à ceux qualifiés de métamorphoses chez les Insectes. Il en résulte aussi que des caractères, jugés assez importants pour servir de base à des genres et même des familles, sont ici de simples différences entre la larve et l'imago.

Il existe beaucoup de larves semblables, recueillies surtout par le *Challenger*, et bien imparfaitement connues ([1]). Quelques-unes (*Bentheocaris*, *Procletes*, dont la ressemblance avec *Gnath. gracilis* est si singulière) sont vraisemblablement des larves d'Hoplophoridæ. D'autres (*Kyptocaris*, *Anebocaris*, *Rhomaleocaris*, *Icotopus*, *Hectarthropus*) paraissent être des larves d'Eucyphotes comme *Caricyphus*, comme *Diaphoropus* aussi, que S. Lo Bianco a montré être, contre toute vraisemblance, des larves d'une Alphée, l'une des rares espèces du genre, précisément, qui soit d'eau profonde ([2]).

Il semble bien résulter de ces faits que les Eucyphotes abyssaux possèdent un mode de développement insoupçonné, comparable par sa durée à l'état de larves pélagiques (sinon par ses stades successifs), à celui des Pénéides, et dont les espèces littorales ne peuvent nous donner l'idée.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la croissance en poids du poulet.*
Note de M[lle] **M. Stefanowska**, présentée par M. Alfred Giard.

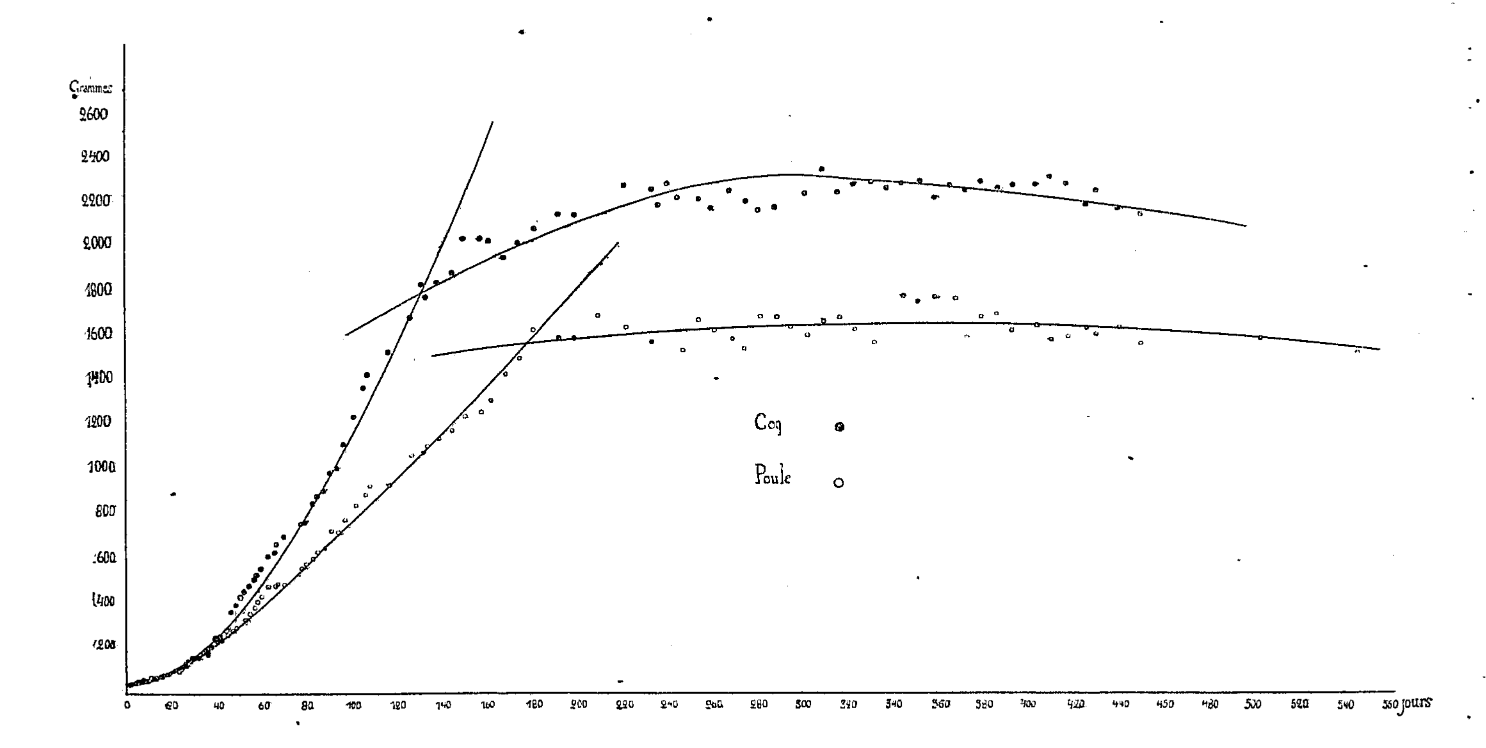
En 1902 j'ai entrepris l'élevage d'une couvée de poulets afin d'étudier les courbes de leur croissance en poids. L'alimentation de ces oiseaux a consisté uniquement en grains; en été, on y ajoutait du trèfle et de la salade.

Nous avons pesé les poulets, d'abord tous les 8 jours, puis deux fois, enfin une fois par semaine.

Les courbes tracées à l'aide de ces données démontrent que, dans les deux sexes, l'allure de la courbe de la croissance en poids est sensiblement la même : le poids augmente d'abord rapidement avec l'âge, puis apparaît un point d'inflexion au moment où le poids atteint chez le coq les $\frac{77}{100}$ et chez la poule les $\frac{93}{400}$ de sa valeur maxima. Dans les deux sexes, ce point d'inflexion se produit à un âge qui est sensiblement la moitié du temps

---

([1]) Sp. Bate, *Macroures du* Challenger, vol. XXIV, 1886.
([2]) S. Lo Bianco, *Mitth. Neapel*, t. XV, 1901, p. 438.


Grammes
2600
2400
2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
360
380
400
420
440
460
480
500
520
540
560 jours
Coq
Poule

correspondant au poids maximum. A partir de cette époque la croissance se ralentit et bientôt le poids reste stationnaire. Nous trouvons donc dans la croissance du poulet les mêmes caractères généraux que chez la souris et le cobaye ([1]), avec cette différence que, chez ce dernier, la courbe a d'abord sa concavité tournée vers l'axe des temps.

Parmi les différences sexuelles, notons ce fait que la courbe de la croissance chez la femelle est caractérisée par des irrégularités dès que la ponte apparaît; le poids varie alors d'une manière périodique.

Si l'on compare les courbes reproduites dans la présente Note avec celles de M. Houssay ([2]) on constate une analogie dans la marche générale de la croissance, bien que l'alimentation dans les deux cas ait été différente, les poulets de M. Houssay étant nourris à la viande crue.

M. Louis Bastien a trouvé, pour les courbes d'ajustement de nos observations, deux hyperboles, dont les équations sont respectivement :

Pour le coq :

$$-847x^2 + y^2 + 6440y - 259000 = 0,$$
$$(0,2y - x)(1,5y + x) + 3550x - 1100y + 864000 = 0;$$

Pour la poule :

$$-112x^2 + y^2 + 700y - 36000 = 0,$$
$$(y - x)(1,5y + x) + 1550x - 5060y + 4142000 = 0.$$

PHYSIOLOGIE. — *Expériences de lavage mécanique du sang.* Note de M. **Ch. Répin**, présentée par M. E. Roux.

Dans une précédente Communication ([3]) nous avons fait connaître le principe d'un appareil basé sur l'application de la force centrifuge, qui permet d'extraire le plasma d'un animal vivant sans le priver de ses globules sanguins. Voici le résumé d'un certain nombre d'expériences que nous avons exécutées avec cet appareil, principalement sur la chèvre.

Le trocart, qui sert à la fois à aspirer le sang de l'animal et à lui restituer

(1) *Sur la croissance de la souris blanche* (*Comptes rendus*, 4 mai 1903) et *Sur la croissance en poids du cobaye* (*Comptes rendus*, 27 mars 1905).

(2) Houssay, *Croissance et auto-intoxication* (*Comptes rendus*, 26 mai 1902).

(3) *Comptes rendus*, 18 juillet 1904.

les hématies en suspension dans un sérum artificiel, après qu'elles ont été séparées du plasma dans l'appareil centrifuge, était placé dans la veine jugulaire. La quantité de sang traitée par heure a varié de 1^l à 3^l. Le liquide de lavage était une solution isotonique pour les hématies, tantôt à base de chlorure de sodium (8 pour 100), tantôt à base de glucose ou de saccharose (10 pour 100), légèrement alcalinisée par addition de phosphate de soude (3 pour 1000). Lorsque le taux de la dilution était faible (1 volume de sang pour 8 à 10 volumes de liquide), on y ajoutait 2 à 3 millièmes de citrate de soude pour empêcher toute formation de caillots dans l'appareil; cette addition n'est pas nécessaire lorsque la proportion du liquide atteint 15 à 20 pour 1.

Dans ces conditions l'opération marche régulièrement et, s'il ne dépendait que du fonctionnement de l'appareil, elle pourrait être prolongée presque indéfiniment. Tant que la quantité de plasma soustraite ne dépasse pas un cinquième environ du volume total, l'animal ne manifeste aucune gêne et ne paraît même pas s'en ressentir; il n'y a pas d'hémoglobinurie consécutive, ce qui prouve que les globules n'ont pas été lésés. Lorsque cette limite est dépassée, on voit apparaître de la dyspnée, d'abord légère, et qui se dissipe en peu de temps si l'on s'arrête aussitôt. Si au contraire l'on poursuit, cette dyspnée s'aggrave progressivement, de l'écume apparaît aux naseaux et l'on a bientôt le tableau complet de l'œdème pulmonaire aigu.

Pour élucider la pathogénie de cet accident, qui a d'ailleurs été signalé aussi à la suite des grandes injections salines, nous avons injecté dans un poumon de mouton fraîchement détaché, par l'artère pulmonaire, du sérum de mouton à l'état pur, le même sérum mélangé d'eau et enfin de l'eau. Nous avons constaté que la transsudation du liquide dans l'appareil bronchique commence, avec le sérum, lorsque la pression atteint 11^{cm} d'eau, et avec l'eau dès qu'elle atteint 4^{cm}, les mélanges d'eau et de sérum donnant des valeurs intermédiaires. La diminution de viscosité du plasma, résultant de l'introduction d'une grande quantité d'eau, explique donc suffisamment l'apparition de l'œdème pulmonaire.

Il est néanmoins toujours facile, en observant la respiration de l'animal, de se tenir en deçà de la limite dangereuse, et l'on peut, d'ailleurs, reculer cette limite par un artifice très simple qui consiste à réinjecter moins de liquide salin qu'on ne retire de plasma. Nous avons pu ainsi, chez la chèvre, soustraire environ le quart du plasma sanguin en une seule fois, sans aucun inconvénient, et rien n'empêcherait de répéter l'opération après un intervalle de quelques heures.

Cette *déplasmatation*, envisagée en tant que méthode thérapeutique, ne semble pas pouvoir donner de résultats si elle s'adresse aux poisons ou aux toxines qui se fixent sur les cellules; mais lorsque le poison reste en circulation dans le sang, comme c'est le cas notamment dans l'urémie et dans l'éclampsie, elle pourrait fournir une arme bien plus efficace que ne l'est actuellement la saignée.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Les combustions intra-organiques mesurées par les échanges respiratoires ne sont pas modifiées par un séjour prolongé à l'altitude de* 4350^m. Note de M. G. **Kuss**, présentée par M. Chauveau.

Les expériences de *laboratoire* faites par A. Lœwy et par J. Tissot ont établi que les combustions intra-organiques, mesurées par la quantité d'oxygène absorbée, ne sont pas influencées par une diminution considérable de la tension partielle de l'oxygène dans l'air inspiré.

Les expériences *en ballon* de J. Tissot ont également montré que l'intensité des échanges respiratoires reste sensiblement invariable jusqu'à une altitude de 4300^m.

Des résultats tout différents ont été obtenus *dans la haute montagne* par Schumburg et Zuntz, par A. Lœwy et L. Zuntz, par Zuntz, Lœwy et Caspari, enfin par Durig et Zuntz. Ces auteurs ont expérimenté sur eux-mêmes au mont Rose à 3700^m et à 4560^m; ils ont conclu que le séjour prolongé à ces altitudes détermine une augmentation notable et persistante des combustions.

J'ai entrepris l'étude de cette question dans deux expéditions au mont Blanc, en août 1903 et en août 1904 : elles ont pu avoir lieu grâce à M. Vallot, qui m'a offert l'hospitalité dans son observatoire, situé à 4350^m d'altitude, et grâce à M. Chauveau, qui a bien voulu mettre à ma disposition son laboratoire et me fournir les moyens d'effectuer ce travail.

Dispositif expérimental. — Les expériences ont consisté dans la mesure des échanges respiratoires sur des sujets à jeun, au repos, bien protégés contre le froid et respirant un air pur non confiné.

J'ai utilisé dans tous les cas la respiration nasale. Le sujet respirait à l'aide de l'appareil à soupapes de MM. Chauveau et Tissot; l'air expiré était recueilli dans un gazomètre enregistreur à compensation automatique de M. Tissot.

Les sujets étaient au nombre de 7 : ils ont séjourné à l'observatoire Vallot 4 à 10 jours, 4 d'entre eux ont eu des atteintes légères de mal des montagnes. Leurs coefficients respiratoires ont été déterminés plusieurs jours de suite à l'observatoire Vallot; d'autre part, ils ont été mesurés à Chamonix (1065^m) et au sanatorium d'Angicourt (100^m), avant et après le séjour à l'observatoire.

Pour chaque sujet, il a été fait en général 3 à 4 déterminations à Chamonix et à l'observatoire Vallot, 2 déterminations à Angicourt.

Les résultats de toutes ces expériences ont été résumés sous forme de moyennes dans le Tableau suivant :

Sujets d'expérience.	Lieu d'expérience.	Intensité absolue des échanges respiratoires: CO^2 exhalé par min.	Intensité absolue des échanges respiratoires: O^2 consommé par min.	Intensité relative des échanges respiratoires d'après O^2.	Débit respiratoire apparent à 36° et à la pression barométrique du lieu.	Volume absolu d'air inspiré par minute (0°; 760mm)	Altérations de l'air inspiré pour 100cm³: CO^2 pour 100	Altérations de l'air inspiré pour 100cm³: O^2 pour 100	Quotient respiratoire.
		cm³			l	l			
GK	Angicourt	170	221	1,00	7,012	5,880	2,90	3,75	0,77
(1903)	Chamonix	165	215	0,97	7,485	5,538	3,00	3,90	0,77
52kg	Obs. Vallot	162	215	0,97	7,900	3,790	4,29	5,69	0,75
GK	Angicourt	161	200	1,00	5,594	4,632	3,48	4,32	0,80
(1904)	Chamonix	165	190	0,95	6,088	5,511	3,66	4,23	0,86
52kg	Obs. Vallot	159	220	1,10	7,148	3,434	4,64	6,43	0,72
HK	Angicourt	208	270	1,00	9,431	7,860	2,65	3,44	0,77
(1903)	Chamonix	215	275	1,02	9,898	7,350	2,92	3,75	0,78
71kg	Obs. Vallot	213	267	0,99	10,090	4,833	4,43	5,54	0,80
P. de F.	Angicourt	159	211	1,00	6,533	5,459	2,91	3,87	0,75
(1904)	Chamonix	159	208	0,98	7,147	5,305	3,13	4,12	0,76
61kg	Obs. Vallot	145	213	1,00	7,000	3,380	4,30	6,34	0,68
Dav.	Angicourt	205	258	1,00	7,420	6,153	3,34	4,19	0,79
(1904)	Chamonix	239	269	1,04	10,074	7,487	3,21	3,62	0,89
69kg	Obs. Vallot	216	273	1,05	10,077	4,879	4,42	5,61	0,79
Andrée	Angicourt	154	186	1,00	5,875	4,922	3,12	3,87	0,80
(1904)	Chamonix	158	194	1,04	6,406	4,735	3,35	4,13	0,81
47kg	Obs. Vallot	153	200	1,07	8,062	3,872	3,80	5,18	0,73
M. Ang.	Angicourt	193	268	1,00	6,650	5,511	3,51	4,87	0,72
(1904)	Chamonix	197	265	0,99	8,050	5,976	3,32	4,44	0,75
65kg	Obs. Vallot	210	295	1,10	10,087	4,821	4,38	6,20	0,70
Ro.	Angicourt	168	204	1,00	6,060	5,022	3,36	4,06	0,82
(1904)	Chamonix	159	212	1,04	6,225	4,591	3,49	4,64	0,75
56kg	Obs. Vallot	165	224	1,09	6,928	3,352	4,93	6,68	0,74

L'examen de ce Tableau montre que le climat de haute altitude n'a produit chez aucun des sujets une augmentation de l'intensité des échanges respiratoires. L'opposition entre ces résultats et ceux de Zuntz est, d'ailleurs, plus apparente que réelle, car il ne semble pas que Zuntz ait tiré de ses expériences les conclusions qu'elles autorisaient : en particulier, il n'a pas tenu un compte suffisant de l'influence exercée sur les coefficients respiratoires par l'exagération de la ventilation pulmonaire.

Conclusions. — 1° Les combustions intra-organiques mesurées par les échanges respiratoires ne sont pas sensiblement modifiées par un séjour prolongé à l'altitude de 4350^{m}, toutes choses égales d'ailleurs : elles ne subissent d'autres variations que les variations habituelles observées en plaine sur tous les sujets.

2° Dans les cas où l'on constate une légère augmentation de la quantité absolue d'oxygène consommé, elle s'explique par le supplément de travail des muscles respiratoires, occasionné par une augmentation concomitante de la ventilation pulmonaire.

3° A 4350^{m}, le quotient respiratoire ne subit pas de variations caractéristiques : en particulier, il ne subit jamais d'augmentation.

4° Les combustions intra-organiques ne sont pas influencées par une atteinte légère de mal des montagnes.

5° A 4350^{m}, le débit respiratoire est habituellement plus élevé qu'en plaine, mais, dans la majorité des cas, cette augmentation est légère (7 à 14 pour 100 en moyenne). Chez trois sujets, l'augmentation a été plus accentuée (35 à 41 pour 100 en moyenne).

6° A 4350^{m}, le volume absolu d'air inspiré (réduit à 0° et à 760^{mm}) est toujours beaucoup moindre qu'en plaine.

7° Les altérations centésimales de l'air expiré augmentent toujours dans la haute montagne : elles sont inversement proportionnelles au volume absolu d'air inspiré.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la présence de venin dans les œufs d'abeilles.* Note de M. C. Phisalix, présentée par M. A. Laveran.

J'ai montré antérieurement [1] que, chez le crapaud et la vipère, les poisons spécifiques provenant des glandes venimeuses s'accumulent dans les ovules et peuvent jouer un rôle important dans les phénomènes du développement et de l'hérédité. Si cette conception est exacte, elle doit s'appliquer à tous les animaux venimeux. Il était donc intéressant d'étudier, à ce point de vue, les œufs des Invertébrés. Dans ce but, je me suis tout d'abord adressé aux Hyménoptères et les œufs d'abeilles m'ont fourni des résultats démonstratifs [2].

---

(1) *Comptes rendus,* 14 décembre 1903 et 26 juin 1905.

(2) Les matériaux de ce travail m'ont été fournis par le laboratoire de Biologie

Les œufs, récemment pondus, sont retirés du fond des alvéoles et broyés dans l'eau distillée : on obtient ainsi une émulsion laiteuse, légèrement acide qui détermine chez le moineau tous les symptômes de l'intoxication par le venin d'abeilles.

Expérience. — On inocule dans la cuisse droite d'un moineau 1^{cm^3} d'une émulsion faite avec 215 œufs d'abeilles. Aussitôt après l'injection, l'oiseau ne peut plus se poser sur sa patte droite à cause de la douleur qu'il ressent; il se soutient avec l'aile et lorsqu'il essaie de se percher, il ne peut le faire que sur la patte gauche, la droite tombant impotente et inerte. Le réflexe digital est aboli. Puis surviennent des troubles nerveux et moteurs : ce sont de petits tremblements avec parésie manifeste, l'oiseau ne vole qu'avec peine et tombe rapidement épuisé; il reste immobile, les plumes hérissées, insensible aux excitations et somnolent. Mais ces troubles s'atténuent peu à peu et, au bout d'une heure, l'oiseau va beaucoup mieux. A ce moment, on lui injecte dans le pectoral l'émulsion de 260 œufs. Aussitôt les symptômes précédents réapparaissent avec plus d'intensité; les mouvements deviennent de plus en plus pénibles, et bientôt il ne peut plus voler. Il reste immobile, affaissé sur le ventre dans la somnolence et la stupeur. Les mouvements respiratoires tombent de 120 à 72 par minute. Cependant l'oiseau semble encore se remettre; au bout de 12 heures il va beaucoup mieux, mais ce n'est là qu'une rémittence passagère. Après une journée de rétablissement apparent, il tombe de nouveau dans la tristesse et la somnolence; il s'affaiblit progressivement et meurt le troisième jour après l'inoculation. A l'autopsie, on trouve, aux points d'inoculation, les muscles jaunes, friables et complètement mortifiés.

L'expérience précédente montre que, si les œufs d'abeilles renferment du venin, la quantité contenue dans chaque œuf est assez faible puisqu'il a fallu 475 œufs pour provoquer chez un moineau des symptômes d'intoxication suivis de mort tardive.

Pour déterminer une envenimation rapidement mortelle, il faut presque doubler la dose.

Expérience. — On inocule, dans la cuisse droite d'un jeune moineau, l'émulsion laiteuse provenant du broyage de 926 œufs d'abeilles. A peine l'injection est-elle terminée que la patte correspondante traîne inerte. Cependant, malgré la douleur et l'impossibilité de se tenir en équilibre sans le secours des ailes, l'oiseau s'agite et piaille, mais il oscille et tremble de tout le corps. Bientôt l'affaiblissement musculaire augmente, et le calme succède à l'agitation du début. Au bout de 30 minutes, l'oiseau ne peut plus voler, il est affaissé sur le ventre, les plumes hérissées. Si on le place sur

---

végétale de Fontainebleau et je remercie M. le professeur Bonnier ainsi que M. Dufour de leur très grande obligeance.

le dos, il reste dans cette position sans paraître s'émouvoir de la main qu'on agite devant lui. Puis les yeux se ferment, l'oiseau dort, et c'est à peine si, en pinçant fortement la patte saine, on le tire de son sommeil. Quant à la patte inoculée, sa sensibilité est presque abolie. Le corps est agité de petits tremblements qui augmentent quand on le maintient soulevé par les ailes. Cet état de stupeur dure pendant 1 heure sans que la respiration soit modifiée; enfin, celle-ci se ralentit peu à peu et l'oiseau meurt 2 heures après l'inoculation. A l'autopsie, on trouve, à la cuisse, un œdème gélatineux, les muscles pâles et gonflés, tandis que la peau a déjà subi un commencement de mortification.

Les accidents déterminés par l'inoculation des œufs d'abeilles ne diffèrent de ceux produits par le venin lui-même que par l'allure de secousses convulsives qui sont moins accentuées et qui se manifestent sous forme de tremblements discontinus. Le poison convulsivant est donc moins abondant dans les œufs que la substance phlogogène et le poison paralysant.

Quant à la quantité de venin contenu dans un œuf, il est possible de la calculer avec une certaine approximation.

Des expériences antérieures m'ont appris que, pour tuer en quelques heures le moineau avec le liquide extrait du réservoir à venin de l'abeille, il faut 1^{mg} de substance sèche.

Or, comme il faut à peu près un millier d'œufs pour produire les mêmes résultats, il en résulte qu'un œuf contient $0^{mg},001$ environ de venin et comme cet œuf frais pèse à peu près $0^{mg},15$, on voit que les substances toxiques qu'il renferme représentent la cent cinquantième partie de son poids.

Cette dose, faible en elle-même, est cependant importante par rapport au poids de l'œuf; c'est elle qui donnerait aux particules représentant dans l'œuf l'appareil venimeux, c'est-à-dire aux biophores et aux déterminants de Weissmann, leurs propriétés spécifiques. Cependant, la présence de venin dans l'ovule ne suffirait pas, à elle seule, pour déterminer la formation de cet appareil puisque l'ovule non fécondé donne naissance à des mâles qui sont, comme on le sait, dépourvus d'appareil venimeux. Celui-ci n'est représenté, chez le mâle, que par les glandes accessoires annexées aux canaux déférents. Pour que l'ovule donne naissance à une abeille possédant un appareil venimeux complet, c'est-à-dire à une ouvrière ou à une reine, il faut donc qu'il soit fécondé. Les choses se passent comme si l'appareil venimeux n'était représenté dans l'ovule que pour une moitié seulement, l'autre moitié se trouvant en germe dans le spermatozoïde ou dans les produits élaborés par les glandes accessoires mâles. Dans ce dernier

cas, ces glandes seraient analogues aux glandes venimeuses qui sont, comme le montre le développement, des annexes de l'appareil génital femelle, et suivant que les produits sécrétés par ces deux glandes se mélangeraient ou non dans l'œuf, celui-ci donnerait naissance à des femelles ou à des mâles avec leurs annexes glandulaires caractéristiques. Quoi qu'il en soit, il est probable que ces glandes annexes jouent dans les phénomènes du développement et de l'hérédité un rôle important méconnu jusqu'ici.

HISTOLOGIE. — *Sur la production de travail mécanique par les muscles adducteurs des Acéphales.* Note de M. F. **Marceau**, présentée par M. Edmond Perrier.

Mes recherches ont porté sur deux espèces (*Mactra glauca* et *Pecten maximus*) dont les muscles adducteurs ont des structures très différentes. Les conclusions sont les suivantes :

1° Les muscles adducteurs des Acéphales sont constitués de telle façon qu'ils ne peuvent accomplir le maximum de travail dans un temps donné que s'ils ont à vaincre une résistance extérieure, en dehors de celle de la déformation du ligament, cas qui se présente précisément lorsque ces Mollusques sont dans les conditions normales, c'est-à-dire sont placés dans l'eau. Cette résistance est un peu supérieure à 1000^g pour le *Pecten maximus* adulte et à 200^g pour la *Mactra glauca* adulte.

2° Les muscles adducteurs des Acéphales sont formés de deux parties dont la structure et les fonctions sont très différentes. L'une vitreuse, à contraction plus ou moins rapide, mais peu soutenue, est destinée à produire principalement du *travail dynamique*, et l'autre nacrée, à contraction plus ou moins lente, mais très soutenue, est destinée à produire principalement du *travail statique*. C'est la vérification de la conclusion des recherches de Coutance sur le *Pecten maximus :* « Le muscle vitreux *ramène*, le muscle nacré *retient* ».

HISTOLOGIE. — *Sur la structure des muscles du manteau des Céphalopodes en rapport avec leur mode de contraction.* Note de M. F. **Marceau**, présentée par M. Edmond Perrier.

Mes recherches ont porté pour la partie histologique sur les *Octopus vulgaris, Sepia officinalis, Loligo vulgaris* et, pour la partie physiologique, sur *Sepia officinalis*. En voici les conclusions :

1° Les fibres du manteau des Céphalopodes, en forme de fuseau allongé, ont une écorce contractile constituée par des lames fibrillaires enroulées en hélice autour de la colonne protoplasmique axiale granuleuse renfermant le noyau et dont la direction est radiale aux différents niveaux de ces fibres;

2° Les lames fibrillaires sont constituées elles-mêmes par deux fibrilles presque accolées dans les parties les plus larges des fibres et une seule fibrille à leurs extrémités;

3° Les fibrilles sont anisotropes dans leur ensemble, bien que, sous l'action de certaines matières colorantes, elles montrent une hétérogénéité manifeste;

4° La contraction des fibres a lieu par le raccourcissement des fibrilles dans le sens de leur longueur, ce qui augmente l'angle de croisement de leurs parties situées sur les faces opposées de ces fibres. Cet angle de croisement peut atteindre 108° quand le raccourcissement est maximum;

5° La disposition hélicoïdale des fibrilles est, toutes choses égales d'ailleurs, très favorable soit au degré, soit à la rapidité de la contraction; c'est-à-dire qu'à un raccourcissement déterminé des fibrilles, le raccourcissement de la fibre est plus grand quand les fibrilles ont une disposition hélicoïdale;

6° Grâce à la disposition hélicoïdale et peut-être aussi à la légère hétérogénité des fibrilles, les fibres du manteau des Céphalopodes ont un mode de contraction qui se rapproche beaucoup de celui des fibres striées ordinaires, il est même souvent plus rapide [1];

7° La contraction des fibres du manteau des Céphalopodes se produit

[1] Dans les bras des Céphalopodes, dont les contractions sont bien moins rapides, les fibrilles m'ont paru complètement homogènes et sont parallèles à l'axe des fibres.

très vraisemblablement par de courtes ondes qui se propagent le long de ces fibres.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Germination et croissance de la cellule artificielle.* Note de M. **Stéphane Leduc**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une solution étendue de sulfate de cuivre, on laisse tomber une goutte d'une solution de saccharose, contenant des traces de ferrocyanure de potassium; la goutte se recouvre d'une membrane de ferrocyanure de cuivre, perméable à l'eau, imperméable au sucre. On a une cellule analogue à la cellule de Traube, mais en différant parce qu'elle a, non seulement la faculté de se gonfler et de grossir, mais aussi d'émettre des prolongements analogues aux radicules et aux tigelles, prolongements que l'on voit croître lentement.

Nous avons, dans cette expérience, cherché à réaliser les conditions physiques de la graine en germination, dans l'intérieur de laquelle règnent, simultanément, une grande pression osmotique et une forte cohésion. Notre solution sucrée, concentrée, donne, dans l'intérieur de notre goutte, une grande pression osmotique et une forte cohésion, le contact du ferrocyanure de potassium avec le sulfate de cuivre produit l'enveloppe semi-perméable; sous l'influence de la différence de pression osmotique entre la goutte et le liquide dans lequel elle est plongée, l'eau pénètre à travers la membrane d'enveloppe, que le sucre ne peut traverser; la cellule grossit, puis après quelques minutes, en un point de la surface, jaillit un bourgeon, qui s'entoure immédiatement d'une membrane de ferrocyanure de cuivre; sur le sommet de ce bourgeon s'en produit un second; puis sur celui-ci un troisième, et ainsi de suite; chaque bourgeon représente une cellule, et l'on voit les cellules s'aligner lentement à la suite les unes des autres, pour former une tige creuse, dont la longueur peut dépasser plus de dix fois le diamètre de la cellule qui lui a donné naissance. La cellule artificielle absorbe dans son milieu la substance nécessaire à sa croissance, et à l'aide de laquelle elle produit une forme beaucoup plus volumineuse qu'elle-même.

Il est facile de reconnaître que la croissance se fait sous forme de tige parce que le bourgeon terminal a toujours la membrane la plus faible, la plus mince, cédant la première sous l'accroissement de la pression osmotique.

Parfois, pendant les expériences, une gouttelette est projetée au loin par la goutte dont elle se détache complètement; on voit alors cette gouttelette grossir, bourgeonner, émettre des tiges qui croissent et, finalement, reproduire une forme semblable à celle d'où elle est sortie.

MÉDECINE. — *Étude du diaphragme par l'orthodiascopie.* Note de M. **H. Guilleminot**, présentée par M. Bouchard.

Depuis la découverte des rayons de Röntgen beaucoup de travaux ont été publiés sur les mouvements du diaphragme. Les résultats sont assez discordants à cause de la déformation due à la projection conique variable suivant la distance du sujet et suivant que l'incidence est antérieure ou postérieure, le point culminant de la courbure étant plus près de la face antérieure. Ces causes d'erreur sont évitées par l'orthodiagraphie qui consiste à projeter normalement sur l'écran la limite supérieure de l'incursion diaphragmatique, puis sa limite inférieure, autrement dit, à comprendre le mouvement du muscle entre deux rayons normaux dont il est facile de mesurer l'écartement.

Mode opératoire. — Je vais donner ici le résultat d'une série de mensurations que j'ai opérées avec M. Vannier au moyen de mon orthodiagraphe vertical.

Le sujet étant placé en position frontale, la face tournée vers le tube et le dos appuyé contre l'écran fluorescent qui lui-même est en plan frontal, on amène le tube, muni de son indicateur d'incidence normale, au niveau du milieu du bord supérieur de la fourchette sternale. Lorsque le milieu de la croisée de fils coïncide avec ce point anatomique, on marque sa projection sur l'écran à l'aide du crayon dermographique. Ceci fait, on va exécuter la projection de la silhouette diaphragmatique à ses positions limites, d'abord d'un côté, puis de l'autre, après s'être assuré que le sujet a bien adopté un rythme respiratoire régulier. Pour cela on amène le rayon normal tangent à la courbure diaphragmatique d'un côté dans la position d'expiration, on s'assure de la bonne position pendant deux ou trois respirations successives; on marque le point normal de projection sur l'écran. On abaisse ensuite le rayon normal jusqu'à la position d'inspiration limite, et l'on exécute le même graphique. On opère de même de l'autre côté du thorax. On marque les limites orthogonales du thorax à droite et à gauche.

Le tracé orthogonal étant ainsi obtenu sur l'écran, on le transporte sur les feuilles centimétriques que nous avons déjà employées pour les mensurations de l'aire cardiaque et de l'angle costal. Ces feuilles permettent de lire à première vue : 1° la distance moyenne de la courbure diaphragmatique droite et gauche à l'horizontale passant par le bord supérieur de la fourchette sternale et 2° l'amplitude des mouvements des deux côtés.

On trouvera, dans le Tableau ci-dessous, les chiffres obtenus chez 23 sujets de 20 à 30 ans.

Nos.	Distance de la courbure (à sa position moyenne) à l'horizontale sus-sternale. Gauche.	Droite.	Amplitude du mouvement. Gauche.	Droite.	
	cm	cm	mm	mm	
1	17,5	15,7	0	0	Poumons normaux (jeune fille).
2	16	14	11	8	Tuberculose rénale droite chez une jeune fille. Néphrectomie totale. Poumons sains.
3	18,5	15,5	10	3	Tuberculose à marche très lente (femme).
4	16	15,5	15	20	Poumons suspects (jeune fille).
5	17,5	16	23	15	Tuberculose pulmonaire (femme).
6	18,5	15,5	22	19	Poumons normaux (homme).
7	17,5	16	14	14	» » »
8	18	16	15	16	» » »
9	20	18	13	13	Tuberculose bilatérale »
10	19	17	25	8	» guérie »
11	19,5	19	8	8	Poumons normaux »
12	22	21	20	22	» » »
13	18,5	17,5	28	24	» suspects »
14	20,5	18	9,5	10	» normaux »
15	19	16	11	12	Tuberculose bilatérale »
16	17	16	15	15	Poumons normaux »
17	18	16	30	18	» » »
18	19	14	19	23	Tuberculose guérie »
19	»	»	25	19	Poumons suspects »
20	17,5	15	16	17	» normaux »
21	18,5	17	18	16	Tuberculose guérie »
22	21	18,5	17	21	Poumons normaux »
23	16,7	16,5	13	15	» » »

De ces chiffres on peut conclure :

1° Que la courbure diaphragmatique à sa position moyenne se trouve à droite à $16^{cm},5$ au-dessous de l'horizontale sus-sternale et à gauche à $18^{cm},5$ au-dessous de cette ligne; 2° que l'amplitude de l'incursion diaphragmatique, à peu près égale des deux côtés, dans les cas normaux est en moyenne de 15^{mm} à 18^{mm}; 3° que le rapport du chiffre de l'incursion à celui de l'angle costal fonctionnel que j'ai indiqué dans une Note précédente varie, et que

ce rapport, dans les cas normaux, caractérise le type respiratoire du sujet; 4° que les variations dans les chiffres de l'incursion à droite et à gauche ont une signification pathologique dans la plupart des cas et qu'elles constituent une indication digne d'être ajoutée aux signes cliniques.

Au cours de nos examens M. Vannier a étudié spécialement l'existence de l'espace clair sous-cardiaque déjà signalé par M. Bouchard. M. Vannier a tiré de là des arguments en faveur de cette opinion que le péricarde ne constitue pas le tendon creux du diaphragme. Il a exposé ces arguments dans sa thèse inaugurale.

MÉTÉOROLOGIE. — *Les mouvements généraux de l'atmosphère en hiver.* Note de M. **Paul Garrigou-Lagrange**, présentée par M. Mascart.

J'ai montré, à diverses reprises, l'intérêt qu'il y avait à étudier l'atmosphère à l'état de mouvement. J'ai pu, notamment l'an dernier au Congrès de l'Association française à Grenoble, faire défiler de véritables bandes cinématographiques obtenues par la superposition des situations barométriques successives sur l'Europe et sur l'Amérique du Nord. On y voyait assez clairement des mouvements ordonnés s'effectuant dans des sens nettement déterminés. Mais les surfaces étudiées étaient trop restreintes pour permettre des conclusions générales. C'est alors que j'ai repris, sous une forme nouvelle, l'étude de l'hémisphère boréal entier, d'après les cartes du *Signal Office* de l'année 1882-1883, qui m'avaient déjà servi dans mes études antérieures.

Pour éliminer les variations accidentelles, j'ai fait usage de la méthode des moyennes entrecroisées, en établissant de nouvelles cartes journalières obtenues par la superposition d'un certain nombre de cartes originales, de façon que deux situations successives ne diffèrent entre elles que par la suppression de la première carte et l'adjonction de celle qui suit.

Les séries ainsi obtenues, qui vont du 1er décembre 1882 au 1er janvier 1884, permettent de suivre assez aisément l'ordre et le sens des transformations. Le fait le plus saillant qui se dégage de leur examen est qu'en toute saison l'hémisphère est ordinairement partagé en quatre régions inégales, mais symétriquement placées, deux où le baromètre est bas, deux où il est élevé. Les principaux mouvements qui se produisent sont des mouvements de jonction, qui réunissent à certains moments, respective-

ment entre elles, les aires de haute et de basse pression, de façon qu'il n'y ait plus sensiblement alors qu'un seul maximum et un seul minimum. D'une façon générale, à une situation où les aires sont ainsi réunies succède, au bout de quelques jours, de 5 à 8 en moyenne, une situation où les maxima et les minima sont dédoublés. Une nouvelle réunion s'opère au bout d'un intervalle à peu près égal, puis un nouveau dédoublement et ainsi de suite dans tout le cours de l'année.

Les seules différences notables viennent des changements que la circulation générale apporte dans la position des aires et aussi de la façon dont s'opèrent ces jonctions et ces dédoublements.

En hiver, par exemple, où les aires de maxima sont continentales et les aires de minima océaniennes, on observe du 1er décembre 1882 au 25 janvier 1883 les mouvements suivants :

Au 1er décembre, les aires de haute pression se rapprochent et se joignent par le sud de l'Europe et de l'Atlantique; les minima se réunissent par le nord de l'Amérique. Au 5 décembre, ces aires sont respectivement séparées et le maximum américain rejette nettement à droite et à gauche les minima océaniques. Au 9 décembre, le mouvement se continue par l'ascension des maxima continentaux qui tendent à se rejoindre par le nord du Pacifique, le minimum de cet Océan étant refoulé au sud. Puis le mouvement inverse se produit; le minimum du Pacifique se dégage et les maxima se redressent. Au 13 décembre, la situation est redevenue analogue à celle du 5. Le maximum américain tend de plus en plus à s'effacer; il est déjà très atténué au 17 décembre, il a disparu au 21 et la situation est redevenue celle du 1er, sensiblement à un seul maximum et un seul minimum.

A partir du 21 décembre, la même série de mouvements se reproduit dans le même sens; même coupure sur l'Amérique du 24 au 27 décembre, même refoulement au sud du minimum du Pacifique au 30 décembre, même retour et réunion des maxima et des minima au 6 janvier.

Du 6 au 25 janvier, et pour la troisième fois, les cartes montrent une suite analogue de transformations, de telle sorte que les situations des 1er et 21 décembre et des 6 et 25 janvier présentent, sauf des modifications de détail inévitables, une physionomie à peu près identique et sont liées l'une à l'autre par le même cycle de transformations.

Ces mouvements généraux amènent des mouvements corrélatifs de chacune des aires de l'hémisphère. Le maximum sibérien notamment subit une sorte de balancement qui le porte alternativement au nord-est et au sud-ouest. Les autres aires suivent ces déplacements, dont l'effet se manifeste, en outre, pour chacune d'elles, par des changements périodiques d'intensité.

C'est de ces mouvements particuliers, ainsi commandés par les mouvements généraux, que résultent, en chaque région de l'hémisphère, les va-

riations atmosphériques. On voit donc qu'on ne saurait aborder l'étude de ces variations et, par suite, le problème des prévisions locales en dehors de la connaissance des mouvements généraux qui en sont la source.

On remarquera, en outre, que certaines situations paraissent plus fréquentes que d'autres. Ce sont celles où les maxima et les minima sont séparés, puisque cette situation se présente deux fois dans l'ensemble d'un mouvement, à l'aller et au retour. Mais ces situations, qui semblent avoir, au premier abord, une grande analogie, sont, au contraire, profondément différentes, puisque tantôt le maximum américain remonte, rejetant à droite et à gauche les minima océaniques, tantôt il redescend et permet à ces minima de se réunir par un mouvement inverse. Et ainsi se trouve une fois de plus justifié ce que j'ai dit à maintes reprises, qu'il était moins important de considérer des situations isolées que les mouvements généraux dans lesquels ces situations sont engagées et que, dès lors, il fallait nécessairement en venir à déterminer, non des types de situations, mais des types de mouvements.

PHYSIQUE DU GLOBE. — MM. **Kilian** et **Paulin** adressent, de Grenoble, à la date du 24 juillet, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré secousse sismique, direction Nord-Sud, ce matin $3^h 10^m 8^s$, heure méridien Paris.

PHYSIQUE DU GLOBE. — Le P. **Cirera** adresse de Tortosa, à la date du 23 juillet, la dépêche suivante :

Aujourd'hui, 23 juillet, à $7^h 3^m 53^s$ matin, heure de Greenwich, s'est enregistré à l'Observatoire de l'Èbre, Tortosa, un mouvement microséismique remarquable qui a duré jusqu'à $8^h 48^m$.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JUILLET 1905.

Résultat des campagnes scientifiques accomplies sur son yacht par ALBERT Ier, *Prince souverain de Monaco, publiés sous la direction et avec le concours de M.* JULES RICHARD. Fascicule XXX : *Description des Antipathaires et Cérianthaires recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco dans l'Atlantique Nord*, 1886-1902, par LOUIS ROULE; avec 10 planches. Imprimerie de Monaco, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté en hommage par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Calcul des probabilités, sa portée objective et ses principes, par PAUL MANSION. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Carte de la Russie d'Europe, tirée du grand Atlas de Marcks, commencé par M. le professeur E. PETRI, et achevé et rédigé par M. J. DE SCHOKALSKY. Saint-Pétersbourg, 1905; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Grandidier. Hommage de l'auteur.)

Traité général de Viticulture. Ampélographie, publiée sous la direction de P. VIALA et V. VERMOREL; tome VI. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Guignard. Hommage de l'auteur.)

Pathologie mentale des rois de France. Louis XI et ses ascendants. Une vie humaine étudiée à travers six siècles d'hérédité (852-1483), par AUGUSTE BRACHET. Paris, Hachette et Cie, 1903; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Rapport sur l'invasion du Criquet pélerin (Acridium peregrinum) en Égypte, 1904, par MAURICE BONITEAU-BEY. Le Caire, Imprimerie nationale, 1904; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Emploi des fusées contre la grêle, résultats obtenus. Extrait du Rapport présenté au IIIe Congrès international de défense contre la grêle, par le Dr E. VIDAL. Hyères, imp. Arène, 1902-1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Tables du Bulletin et des Mémoires de la Société zoologique de France, années 1876 *à* 1895, rédigées par FRANÇOIS SECQUES. Paris, au siège de la Société, 1905; 1 vol. in-8°.

Coordenadas geograficas de puntos comprendidos en la zona de la totalidad del eclipse de sol de 30 *de agosto de* 1905. Madrid, imprenta de la Direccion general del Instituto geographico y estadistico, 1905; 1 vol. in-4°.

Report made to the Solar Physics Committee, by Sir NORMAN LOCKYER, *upon the work done in the Solar Physics Observatory, South Kensington, from* 1st *january to* 31st *december* 1904. S. l. n. d. 1 fasc. in-8°.

Index phytochimicus, bewerkt in het Laboratorium van het koloniaal Museum te

Haarlem, door Dr I.-C. RITSEMA en Dr J. SACK, met inleiding van Dr M. GRESHOFF. Amsterdam, 1905; 1 fasc. in-8°.

A review of the identifications of the species described in Blanco's flora de Filipinas, by ELMER D. MERRILL. Manille, Bureau of public printing, 1905; 1 fasc. in-8°.

Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la flore du Congo, par ÉMILE DE WILDEMAN; III. Bruxelles, Spineux et Cie, 1905; 1 vol. in-8°.

The useful plants of the Island of Guam, with an introductory account of the physical features and natural history of the Island, of the character and history of its people, and of their agriculture, by WILLIAM EDWIN SAFFORD. (*Contributions from the United States National Herbarium;* vol. IX.) Washington, Government printing Office, 1905; 1 vol. in-8°.

Catalogue of the Indian Decapod Crustacea in the Indian Museum; part II. *Anomura;* fasc. 1. *Pagurides,* by A. ALCOCK. Calcutta, 1905; 1 vol. in-4°.

An account of the Deep-Sea Holothurioidea, collected by the royal indian marine Survey ship Investigator, by R. KOEHLER and C. VANEY. Calcutta, 1905; 1 vol. in-4°.

The development of the vascular and respiratory systems of Ceratodus, by WILLIAM ERSKINE KELLICOTT. (New-York Academy of Sciences : *Memoirs,* vol. II, part 6.) New-York, 1905; 1 fasc. in-4°.

The nervous affections of the heart, by GEORGE ALEXANDER GIBSON; 2e édition. Edimbourg et Londres, Young J. Pentland, 1905; 1 vol. in-8°.

Some hitherto undescribed symptoms in angina pectoris, by G.-A. GIBSON. Londres, 1905; 1 fasc. in-8°.

E. Merck Annales, 18e année, 1904 : *Exposé des acquisitions nouvelles dans le domaine de la pharmacothérapie et de la pharmacie.* Darmstadt, 1905; 1 vol. in-8°.

Geological litterature added to the Geological Society's Library, during the year ended december 31st, 1904. Londres, 1905; 1 vol. in-8°.

Annals of the New-York Academy of Sciences : General Index to vol. XIV, 1901-1903, and to vol. XV, 1904. Lancaster, Pa.; 2 fasc. in-8°.

University of Cincinnati Record; series I, vol. I, n° 8 : *Announcement of the College of Engineering,* 1905-1906. Cincinnati, Ohio; 1 fasc. in-12.

The royal astronomical Society of Canada. Selected papers and Proceedings, 1904, edited by C.-A. CHANT. Toronto, 1905; 1 vol. in-8°.

Wiadomosci matematyczne; t. IX, z. 1-2. Varsovie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Bollettino tecnico della coltivazione dei tabacchi, pubblicato per cura dei R. Istituto sperimentale di Scafati (Salerno); anno IV, 1905, nos 1-2. Portici; 1 fasc. in-8°.

Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-physikalische Klasse; 1905, Hefte 1, 2. Gœttingue; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie; t. XIX, fasc. 1-2. Bruxelles, Hayez, 1905; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; vol. XXXV, fasc. 1, juin 1905. Genève et Paris; 1 fasc. in-4°.

Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia; série II, vol. XIII, part 1. Philadelphie, 1905; 1 fasc. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUILLET 1905.

M. GIARD, Membre de l'Institut, fait hommage des trois Opuscules suivants :

— *La Pœcilogonie*. (Extr. des *Comptes rendus du 6e Congrès international de Zoologie*. Session de Berne 1904.) 1 fasc. in-8°.

— *Sur la prétendue nocivité des huîtres;* Rapport présenté au Ministre de la Marine au nom du Comité consultatif des pêches maritimes. (Extr. du *Journal officiel* de la République française du 28 juillet 1904). Paris, Paul Klincksieck, 1905; 1 fasc. in-8°.

— *Les tendances actuelles de la Morphologie et ses rapports avec les autres sciences.* Conférence faite au Congrès des Sciences et Arts de l'Exposition universelle de Saint-Louis (U. S. A.), le 21 septembre 1904. Nouvelle édition avec notes et bibliographie. Paris, Paul Klincksieck, 1905; 1 fasc. in-8°.

Un dernier mot sur la valeur spécifique du Vicia serratifolia *Jacquin,* par M. D. CLOS, Correspondant de l'Institut. (Extr. du *Bull. de la Soc. bot. de France,* t. LII, 1905, p. 265-268.) Paris; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Influence de quelques aliments minéraux sur les fonctions et la structure des végétaux, par THÉODORE SOLACOLU; Thèse présentée à la Faculté des Sciences de Paris, juin 1905. Corbeil, Ed. Crété; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Gaston Bonnier.)

Théorie de la formation de la grêle, efficacité du tir, par P. NOLIBOIS. Montpellier, Coulet et fils, 1904; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ephémérides sismiques et volcaniques, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE; nos 23-25. Bruxelles, 1905; 3 fasc. in-8°.

Mémorial de l'Artillerie de la Marine, 41e année, 2e série, t. XXXIII, 1re livraison de 1905. Paris, Imprimerie nationale; 1 vol. in-8°.

Mémoires publiés par la Société nationale d'Agriculture de France; t. CXLI. Paris, Philippe Renouard, 1905; 1 vol. in-8°.

Le Centre médical et pharmaceutique, organe officiel de la Société des Sciences médicales de Gannat, journal mensuel; 2e année, n° 1, 1er juillet 1905. Commentry (Allier); 1 fasc. in-8.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JUILLET 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. H. POINCARÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Étude de la réfraction à toutes les hauteurs. Formules relatives à la détermination des coordonnées des astres.* Note de M. **Lœwy**.

Dans les pages suivantes sont développés les divers systèmes de formules permettant de déduire les positions des deux couples d'étoiles destinés à l'évaluation de la réfraction à diverses hauteurs, d'après la nouvelle méthode exposée dans les *Comptes rendus* du 17 juillet dernier. Elles renferment en outre, pour l'angle $\alpha = 45°$ du double miroir, des Tables qui donnent, calculées à l'aide de ces relations, pour les latitudes de 0° à 60°, les coordonnées des deux étoiles de chaque couple dont l'observation aux périodes prévues fait connaître la grandeur de la réfraction pour la distance zénithale 47°10′, distance qui, pour les raisons indiquées antérieurement, à la page 166, conduit à une solution précise du problème, applicable dans tous les observatoires existants. Nous allons considérer d'abord le couple d'astres qui doit réaliser les conditions suivantes :

Les deux étoiles devront être simultanément, à un moment donné, à une même distance zénithale $z_{\prime}$ au-dessus de l'horizon; et, à une autre époque, l'une à cette même distance zénithale $z_{\prime}$ et la seconde à la distance zénithale $z_{\prime\prime}$, $z_{\prime\prime}$ étant la distance pour laquelle il s'agit de déterminer l'effet de la réfraction. Admettons, par exemple, qu'à la première époque, les deux astres aient la même distance zénithale $z_{\prime}$ et que ce soit l'étoile $\star_1$ qui devra, à l'époque conjuguée, se trouver à cette même distance zénithale $z_{\prime}$, tandis que l'étoile $\star_2$ sera à la distance zénithale $z_{\prime\prime}$. Nommons :

1° $Z_{\prime}$ et $Z_{\prime\prime}$ les deux points où, aux deux instants considérés, la direction

zénithale coupe la sphère céleste; d la distance entre $Z_{,}$ et $Z_{,,}$; Δ la distance entre les deux astres; φ, la latitude.

2° Dans le triangle isocèle, formé par le zénith $Z_{,}$ et les deux étoiles : A l'angle entre les deux distances $z_{,}$, α_0 l'angle entre Δ et $z_{,}$;

3° Dans le triangle isocèle composé par les points zénithaux $Z_{,}$ et $Z_{,,}$ et l'étoile $\star_1$: B l'angle entre les deux distances zénithales $z_{,}$; m la perpendiculaire abaissée de l'étoile $\star_1$ sur d; α_1 l'angle entre $z_{,}$ et d;

4° Dans le triangle isocèle comprenant le pôle P et les points zénithaux $Z_{,}$ et $Z_{,,}$: τ l'angle au pôle des deux colatitudes $PZ_{,}$ et $PZ_{,,}$; m_1 la distance du pôle à l'arc d; α_2 l'angle entre d et la colatitude $90° - \varphi$;

5° Dans le triangle qui, conformément aux conditions géométriques du problème, doit être constitué par les trois arcs $z_{,}$, $z_{,,}$ et Δ : p_1, p_2, p_3, respectivement les angles entre $z_{,}$ et Δ, entre $z_{,,}$ et Δ, entre $z_{,}$ et $z_{,,}$;

6° $\delta_{,}$ et $\delta_{,,}$ les déclinaisons des deux astres; $\tau_{,}$ et $\tau_{,,}$ les angles horaires respectifs à l'époque où ils se trouvent à égale hauteur au-dessus de l'horizon.

$z_{,,}$, φ et Δ étant des grandeurs données; r, le rapport entre $\cos p_1$ et $2\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,}$ (arbitraire entre certaines limites) étant également connu, choisi d'après les expressions (I), page 9, le système de formules suivant détermine successivement les éléments A, B, α_1, α_2, d, qui conduisent aux valeurs des coordonnées cherchées $\delta_{,}$, $\tau_{,}$, $\delta_{,,}$, $\tau_{,,}$:

$$\cos p_1 = 2r\,\tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,} = \frac{\cos z_{,,} - \cos z_{,}\cos\Delta}{\sin z_{,}\sin\Delta}, \qquad \cos z_{,} = \frac{\cos z_{,,}}{\cos\Delta + 4r\sin^2\frac{\Delta}{2}},$$

$$\cos p_2 = \cot z_{,,}\tang\frac{\Delta}{2}\,\frac{1 + (1 - 2r)\cos\Delta}{2r + (1 - 2r)\cos\Delta} = \frac{\cos z_{,} - \cos z_{,,}\cos\Delta}{\sin z_{,,}\sin\Delta},$$

$$\cos p_3 = \frac{\cos\Delta - \cos z_{,}\cos z_{,,}}{\sin z_{,}\sin z_{,,}},$$

$$\sin p_2 \sin z_{,,} = \sin p_1 \sin z_{,}, \qquad \sin p_3 \sin z_{,,} = \sin p_1 \sin\Delta,$$

$$\sin\frac{A}{2} = \frac{\sin\frac{\Delta}{2}}{\sin z_{,}}, \qquad \cos\alpha_0 = \tang\frac{\Delta}{2}\cot z_{,}, \qquad B = \alpha_0 - p_1 \quad \text{ou} \quad B = \alpha_0 + p_1.$$

La seconde solution, qui correspond à cette dernière valeur de $B = \alpha_0 + p_1$, ne peut guère être utilisée que dans les faibles latitudes; comme, dans ce cas, en outre, les deux périodes d'observations conjuguées

sont très éloignées l'une de l'autre, nous l'avons laissée de côté

$$\sin\frac{d}{2} = \sin\frac{B}{2}\sin z_{,}, \qquad \cos\alpha_1 = \tang\frac{d}{2}\cot z_{,}$$

ou

$$\cot\alpha_1 = \cos z_{,}\tang\frac{B}{2}, \qquad \tang m = \cos\frac{B}{2}\tang z_{,},$$

expressions qui font successivement connaître p_1, p_2, p_3, A, α_0, B, d, α_1, m, valables pour tous les lieux de la Terre. On peut ensuite, à l'aide de ces relations, conclure avec facilité pour chaque latitude particulière les coordonnées $\delta_{,}$, $\tau_{,}$, $\delta_{,,}$, $\tau_{,,}$, en employant les équations suivantes :

$$\sin\frac{\tau}{2} = \frac{\sin\frac{d}{2}}{\cos\varphi}, \qquad \cos m_1 = \frac{\sin\varphi}{\cos\frac{d}{2}}, \qquad \cos\frac{\tau}{2} = \tang\varphi\tang m_1,$$

$$\cos\alpha_2 = \tang\varphi\tang\frac{d}{2} \quad \text{ou} \quad \cot\alpha_2 = \sin\varphi\tang\frac{\tau}{2}, \qquad \tau_{,} = 180 - \frac{\tau}{2}.$$

$$\delta_{,} = 90 + m_1 - m \quad \text{ou} \quad \sin\frac{B}{2}\cos\delta_{,} = \sin(\alpha_1 - \alpha_2)\cos\varphi.$$

Lorsque $m_1 > m$, il faut remplacer les deux dernières expressions par

$$\delta_{,} = 90 + m - m_1 \quad \text{et} \quad \tau_{,} = -\frac{\tau}{2},$$

$$\sin\delta_{,,} = \sin\varphi\cos z_{,} + \cos\varphi\sin z_{,}\cos(A + \alpha_2 - \alpha_1)$$

ou

$$\tang\psi = \tang z_{,}\cos(A + \alpha_2 - \alpha_1), \qquad \sin\delta_{,,} = \frac{\cos z_{,}\sin(\varphi + \psi)}{\cos\psi},$$

$$\sin\tau_{,,}\cos\delta_{,,} = -\sin(A - \alpha_1 + \alpha_2)\sin z_{,}, \qquad \cos\tau_{,,} = \frac{\cos z_{,} - \cos\Delta\sin\delta_{,,}}{\sin\Delta\cos\delta_{,,}},$$

$$\sin(\tau_{,,} + \tau)\cos\delta_{,,} = -\sin(p_3 + \alpha_1 - \alpha_2)\sin z_{,,}.$$

On trouve dans la Table suivante, calculée à l'aide de ces équations, les coordonnées des astres, relatives à chaque degré de latitude, qui interviennent dans l'évaluation de la réfraction correspondant à la distance zénithale de 47° 10'; on a supposé (p. 166) $\alpha = 45°$, $r = 1,9$.

φ.	τ.	$\tau_{,}$.	$\delta_{,}$.	$\tau_{\prime\prime}$.	$\delta_{\prime\prime}$.	φ.	τ.	$\tau_{,}$.	$\delta_{,}$.	$\tau_{\prime\prime}$.	$\delta_{\prime\prime}$.
			+	−	+				+	−	
°	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″	°	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″
60.	4.33 57	9.43. 2	36.15.32	7. 9.38	21.32.46	30.	2.31.40	10.44.10	69.20.34	5.33.31	+9.14.45
59.	4.24.54	9.47.33	37.29.38	7. 3.19	21.11.38	29.	2.30. 7	10.44.56	70.23.58	5.32. 8	+8.47.18
58.	4.16.33	9.51.44	38.38.51	6.57.24	20.50.12	28.	2.28.39	10.45.40	71.27.18	5.30.50	+8.19.43
57.	4. 8.50	9.55.35	39.49.17	6.51.51	20.28.32	27.	2.27.15	10.46.22	72.30.34	5.29.35	+7.52. 3
56.	4. 1.40	9.59.10	40.59. 1	6.46.38	20. 6.34	26.	2.25.56	10.47. 2	73.33.46	5.28.25	+7.24.17
55.	3.55. 0	10. 2.30	42. 8. 9	6.41.44	19.44.22	25.	2.24.41	10.47.39	74.36.55	5.27.19	+6.56.24
54.	3.48.47	10. 5.36	43.16.45	6.37. 5	19.21.53	24.	2.23.30	10.48.15	75.40. 1	5.26.17	+6.28.26
53.	3.42.59	10. 8.31	44.24.51	6.32.42	18.59. 8	23.	2.22.23	10.48.49	76.43. 3	5.25.19	+6. 0.22
52.	3.37.33	10.11.14	45.32.31	6.28.32	18.36. 7	22.	2.21.19	10.49.20	77.46. 3	5.24.24	+5.32.16
51.	3.32.27	10.13.47	46.39.46	6.24.35	18.12.51	21.	2.20.19	10.49.50	78.48.59	5.23.33	+5. 4. 4
50.	3.27.40	10.16.10	47.46.41	6.20.50	17.49.20	20.	2.19.23	10.50.19	79.51.54	5.22.46	+4.35.49
49.	3.23. 9	10.18.25	48.53.15	6.17.16	17.25.34	19.	2.18.29	10.50.45	80.54.46	5.22. 3	+4. 7.30
48.	3.18.55	10.20.32	49.59.31	6.13.52	17. 1.34	18.	2.17.40	10.51.10	81.57.35	5.21.22	+3.39. 8
47.	3.14.55	10.22.32	51. 5.31	6.10.38	16.37.19	17.	2.16.53	10.51.34	83. 0.23	5.20.46	+3.10.44
46.	3.11. 9	10.24.26	52.11.16	6. 7.33	16.12.50	16.	2.16. 9	10.51.55	84. 3. 9	5.20.12	+2.42.17
45.	3. 7.34	10.26.13	53.16.46	6. 4.36	15.48. 8	15.	2.15.29	10.52.16	85. 5.53	5.19.42	+2.13.49
44.	3. 4.12	10.27.54	54.22. 4	6. 1.47	15.23.13	14.	2.14.51	10.52.35	86. 8.35	5.19.16	+1.45.20
43.	3. 1. 0	10.29.30	55.27.10	5.59. 6	14.58. 4	13.	2.14.16	10.52.52	87.11.16	5.18.52	+1.16.49
42.	2.57.59	10.31. 1	56.32. 4	5.56.32	14.32.44	12.	2.13.44	10.53. 8	88.13.56	5.18.32	+0.48.18
41.	2.55. 6	10.32.27	57.36.49	5.54. 6	14. 7.12	11.	2.13.15	10.53.23	89.16.34	5.18.15	+0.19.47
40.	2.52.23	10.33.48	58.41.24	5.51.45	13.41.27	10.	2.12.48	−1. 6.24	89.40.49	5.18. 2	−0. 8.45
39.	2.49.48	10.35. 6	59.45.50	5.49.31	13.15.30	9.	2.12.24	−1. 6.12	88.38.13	5.17.51	−0.37.15
38.	2.47.21	10.36.20	60.50. 8	5.47.23	12.49.25	8.	2.12. 3	−1. 6. 1	87.35.38	5.17.44	−1. 5.45
37.	2.45. 1	10.37.29	61.54.19	5.45.21	12.23. 7	7.	2.11.44	−1. 5.52	86.33. 3	5.17.40	−1.34.13
36.	2.42.49	10.38.36	62.58.22	5.43.24	11.56.40	6.	2.11.28	−1. 5.44	85.30.30	5.17.39	−2. 2.40
35.	2.40.42	10.39.39	64. 2.18	5.41.33	11.30. 3	5.	2.11.14	−1. 5.37	84.27.57	5.17.41	−2.31. 3
34.	2.38.43	10.40.39	65. 6. 8	5.39.47	11. 3.16	4.	2.11. 3	−1. 5.32	83.25.24	5.17.46	−2.59.25
33.	2.36.49	10.41.36	66. 9.52	5.38. 6	10.3622	3.	2.10.55	−1. 5.27	82.22.52	5.17.54	−3.27.43
32.	2.35..0	10.42.30	67.13.31	5.36.29	10. 9.17	2.	2.10.49	−1. 5.24	81.20.20	5.18. 6	−3.55.58
31.	2.33.18	10.43.21	68.17. 5	5.34.58	9.42. 5	1.	2.10.45	−1. 5.23	80.17.48	5.18.20	−4.24. 9
30.	2.31.40	10.44.10	69.20.34	5.33.31	9.14.45	0.	2.10.44	−1. 5.22	79.15.17	5.18.37	−4.52.17

Nous allons passer aux développements relatifs à la position que doit occuper le second couple. Le problème est alors le suivant : les deux étoiles devront être à une même hauteur à deux moments différents. A la première époque, par exemple, elles devront être simultanément à la distance zénithale $z_{,}$ et, à la seconde, à la distance zénithale $z_{\prime\prime}$, $z_{\prime\prime}$ étant la distance pour laquelle on veut obtenir l'effet de la réfraction.

Désignons par $\star_1$ l'astre qui a passé ou passera le premier au méridien après la première période de mesures, par a_1 et $\tau_{,}$ l'azimut et l'angle horaire à l'époque de la distance zénithale commune $z_{,}$; par a_2, $\tau_{\prime\prime}$ les quantités analogues relatives à l'étoile $\star_2$; par A l'angle formé par les deux distances zénithales $z_{,}$, et par $A_{,}$ l'angle formé par les deux distances zénithales $z_{\prime\prime}$; par $c_{,}$ la perpendiculaire abaissée du zénith sur la distance Δ au moment où les deux corps célestes sont à la distance zénithale $z_{,}$ et par $c_{\prime\prime}$ la perpen-

diculaire à l'époque d'égale distance zénithale $z_{\prime\prime}$; par d la différence ou la somme des deux grandeurs $c_{\prime}$ et $c_{\prime\prime}$, par τ l'intervalle entre les deux périodes d'observation. Le problème comporte quatre solutions, deux correspondant à $d = c_{\prime} + c_{\prime\prime}$, les deux autres à $d = c_{\prime} - c_{\prime\prime}$. Nous considérerons seulement le second cas $d = c_{\prime} - c_{\prime\prime}$ qui est applicable à toutes les latitudes comprises entre 0° et 60°. a_1 sera négatif lorsque les deux étoiles se trouveront à la première époque à la plus forte distance zénithale $z_{\prime}$ et positif si les deux astres sont à la distance zénithale $z_{\prime\prime}$ à la seconde période. Δ, α, φ et r étant connus, on aura

$$\cos z_{\prime} = \frac{\cos z_{\prime\prime}}{\cos\Delta + 4r\sin^2\frac{\Delta}{2}}, \qquad \sin\frac{A}{2} = \frac{\sin\frac{\Delta}{2}}{\sin z_{\prime}}, \qquad \sin\frac{A_1}{2} = \frac{\sin\frac{\Delta}{2}}{\sin z_{\prime\prime}},$$

$$\cos c_{\prime} = \frac{\cos z_{\prime}}{\cos\frac{\Delta}{2}}, \qquad \cos c_{\prime\prime} = \frac{\cos z_{\prime\prime}}{\cos\frac{\Delta}{2}},$$

$$a = c_{\prime} - c_{\prime\prime} \qquad \sin\left(a_1 - 90 - \frac{A}{2}\right) = \operatorname{tang}\varphi \operatorname{tang}\frac{d}{2},$$

$a_1 - \frac{A}{2}$ plus grand que 90° peut être positif ou négatif. Il y a deux solutions qui correspondent l'une au signe positif, l'autre au signe négatif a_1. A étant une quantité positive, le signe de a_1 étant connu *a priori*, on n'aura aucun doute sur le quadrant de $\left(a_1 - \frac{A}{2}\right)$. a_1 sera admis ici comme négatif.

$a_1 - a_2 = A$ donne a_2, $\sin\frac{d}{2} = \sin\frac{\tau}{2}\cos\varphi$ fait connaître l'intervalle τ entre les deux périodes de mesures. On a ensuite

$$\sin\delta_{\prime} = \sin\varphi\cos z_{\prime} + \cos\varphi\sin z_{\prime}\cos a_1, \qquad \sin\delta_{\prime\prime} = \sin\varphi\cos z_{\prime} + \cos\varphi\sin z_{\prime}\cos a_2,$$

ou, en posant $\operatorname{tang} z_{\prime}\cos a_1 = \operatorname{tang}\psi$, $\operatorname{tang} z_{\prime}\cos a_2 = \operatorname{tang}\psi_{\prime}$,

$$\sin\delta_{\prime} = \frac{\cos z_{\prime}\sin(\varphi + \psi)}{\cos\psi}, \qquad \sin\delta_{\prime\prime} = \frac{\cos z_{\prime}\sin(\varphi + \psi_{\prime})}{\cos\psi_{\prime}},$$

et $\tau_{\prime}$ et $\tau_{\prime\prime}$ par les équations ci-après :

$$\sin\tau_{\prime}\cos\delta_{\prime} = \sin a_1 \sin z_{\prime} \qquad \text{ou} \qquad \cos\tau_{\prime} = \frac{\cos z_{\prime} - \sin\varphi\sin\delta_{\prime}}{\cos\varphi\cos\delta_{\prime}}.$$

$$\sin\tau_{\prime\prime}\cos\delta_{\prime\prime} = \sin a_2 \sin z_{\prime} \qquad \text{ou} \qquad \cos\tau_{\prime\prime} = \frac{\cos z_{\prime} - \sin\varphi\sin\delta_{\prime\prime}}{\cos\varphi\cos\delta_{\prime\prime}},$$

De même que, pour le premier couple, on a, partant des valeurs admises, $\alpha = 45$, $r = 1,9$, construit des Tables qui sont données ci-après; elles donnent, pour chaque degré de latitude de 0° à 60°, la position du second couple d'étoiles qui réalise les conditions géométriques énoncées. Mais ici, grâce aux deux solutions, on dispose de deux séries de coordonnées qui rendent plus facile le choix des astres.

PREMIÈRE SOLUTION.

φ.	τ.	$\tau_{,}$.	$\delta_{,}$.	$\tau_{,,}$.	$\delta_{,,}$.	φ.	τ.	$\tau_{,}$.	$\delta_{,}$.	$\tau_{,,}$.	$\delta_{,,}$.
°	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″	°	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″
60.	10.57.36	+2.30. 5	13.46.36	8. 0.37	+27.37. 1	29.	4.35.59	2.23.50	43.33.39	4.35.24	15. 2.38
59.	9.52.56	+1.53.56	17.12.18	7.22.37	+23.44.54	28.	4.33. 2	2.29.42	43.57.19	4.34.41	16. 2.31
58.	9.13.35	+1.31.14	19.24.31	6.59.51	+21.11. 7	27.	4.30.13	2.35.34	44.19.36	4.34. 6	17. 2. 3
57.	8.43.33	+1.13.25	21.11. 6	6.42.38	+19. 4.21	26.	4.27.34	2.41.24	44.40.20	4.33.38	18. 1. 9
56.	8.18.52	+0.58.24	22.43.21	6.28.34	+17.12.47	25.	4.25. 4	2.47.14	44.59.39	4.33.18	18.59.54
55.	7.57.50	+0.45.13	24. 6. 7	6.16.45	+15.30.50	24.	4.22.42	2.53. 4	45.17.35	4.33. 6	19.58.16
54.	7.39.29	+0.33.23	25.21.58	6. 6.22	+13.55.48	23.	4.20.28	2.58.52	45.34. 1	4.33. 1	20.56.16
53.	7.23.12	+0.22.34	26.32.30	5.57.16	+12.25.54	22.	4.18.22	3. 4.41	45.48.58	4.33. 3	21.53.54
52.	7. 8.35	+0.12.33	27.38.47	5.49.11	+11. 0. 5	21.	4.16.23	3.10.27	46. 2.24	4.33.12	22.51. 9
51.	6.55.22	+0. 3.12	28.41.26	5.41.52	+ 9.37.35	20.	4.14.31	3.16.13	46.14.22	4.33.29	23.48. 4
50.	6.43.19	−0. 5.37	29.41. 3	5.35.18	+ 8.17.40	19.	4.12.46	3.21.58	46.24.48	4.33.52	24.44.36
49.	6.32.15	−0.13.59	30.37.57	5.29.20	+ 7. 0.16	18.	4.11. 8	3.27.41	46.33.44	4.34.23	25.40.46
48.	6.22. 4	−0.21.58	31.32.29	5.23.52	+ 5.44.42	17.	4. 9.35	3.33.23	46.41. 9	4.35. 0	26.36.35
47.	6.12.39	−0.29.38	32.24.50	5.18.52	+ 4.30.50	16.	4. 8.10	3.39. 3	46.47. 4	4.35.45	27.31.59
46.	6. 3.55	−0.37. 2	33.15.11	5.14.16	+ 3.18.27	15.	4. 6.50	3.44.40	46.51.27	4.36.37	28.27. 3
45.	5.55.47	−0.44.11	34. 3.40	5.10. 4	+ 2. 7.21	14.	4. 5.36	3.50.15	46.54.19	4.37.36	29.21.41
44.	5.48.11	−0.51. 8	34.50.25	5. 6.12	+ 0.57.26	13.	4. 4.28	3.55.48	46.55.43	4.38.42	30.15.56
43.	5.41. 5	−0.57.55	35.35.28	5. 2.38	− 0.11.26	12.	4. 3.25	4. 1.17	46.55.33	4.39.56	31. 9.47
42.	5.34.26	−1. 4.33	36.19. 0	4.59.20	− 1.19.21	11.	4. 2.28	4. 6.43	46.53.53	4.41.17	32. 3.14
41.	5.28.12	−1.11. 3	37. 0.57	4.56.19	− 2.26.26	10.	4. 1.36	4.12. 5	46.50.45	4.42.45	32.56.15
40.	5.22.20	−1.17.27	37.41.27	4.53.32	− 3.32.42	9.	4. 0.49	4 17.23	46.46. 5	4.44.21	33.48.47
39.	5.16.48	−1.23.45	38.20.27	4.50.58	− 4.38.15	8.	4. 0. 8	4.22.37	46.39.59	4.46. 5	34.40.57
38.	5.11.36	−1.29.57	38.58. 3	4.48.38	− 5.43. 7	7.	3.59.31	4.27.47	46.32.23	4.47.57	35.32.37
37.	5. 6.41	−1.36. 6	39.34.13	4.46.29	− 6.47.22	6.	.59. 0	4.32.52	46.23.23	4.49.56	36.23.47
36.	5. 2. 3	−1.42.12	40. 9. 1	4.44.31	− 7.51. 2	5.	3.58.33	4.37.51	46.12.55	4.52. 4	37.14.27
35.	4.57.41	−1.48.14	40.42.24	4.42.43	− 8.54. 8	4.	3.58.12	4.42.45	46. 1. 4	4.54.20	38. 4.37
34.	4.53.33	−1.54.14	41.14.27	4.41. 8	− 9.56.43	3.	3.57.55	4.47.33	45.47.50	4.56.45	38.54.14
33.	4.49.38	−2. 0.12	41.45. 3	4.39.41	−10.58.48	2.	3.57.43	4.52.16	45.33.14	4.59.18	39.43.16
32.	4.45.56	−2. 6. 9	42.14.21	4.38.24	−12. 0.25	1.	3.57.36	4.56.52	45.17.16	5. 2. 1	40.31.44
31.	4.42.26	−2.12. 3	42.42. 9	4.37.15	−13. 1.35	0.	3.57.33	5. 1.23	45. 0. 0	5. 4.52	41.19.34
30.	4.39. 7	−2.17.57	43. 8.38	4.36.16	−14. 2.19						

DEUXIÈME SOLUTION.

φ.	τ.	τ,.	δ,.	τ,,.	δ,,.	φ.	τ.	τ,.	δ,.	τ,,.	δ,,.
			−					+	−		+
°	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″	°	h m s	h m s	° ′ ″	h m s	° ′ ″
60.	10.57.36	−2.30. 5	13.46.36	3.37. 9	− 7.20. 7	29.	4.35.59	2.23.50	43.33.39	6.16.46	28.58.12
59.	9.52.56	−1.53.56	17.12.18	4.10.47	− 3.48. 5	28.	4.33. 2	2.29.42	43.57.19	6.16. 6	29.43.18
58.	9.13.35	−1.31.14	19.24.31	4.30.51	− 1.29. 7	27.	4.30.13	2.35.34	44.19.36	6.15.18	30.27.44
57.	8.43.33	−1.13.25	21.11. 6	4.45.57	+ 0.24.32	26.	4.27.34	2.41.24	44.40.20	6.14.21	31.11.26
56.	8.18.52	−0.58.24	22.43.21	4.58. 9	+ 2. 4. 3	25.	4.25. 4	2.47.14	44.59.39	6.13.15	31.54.21
55.	7.57.50	−0.45.13	24. 6. 7	5. 8.24	+ 3.34.28	24.	4.22.42	2.53. 4	45.17.35	6.12. 0	32.36.32
54.	7.39.29	−0.33.23	25.21.58	5.17.10	+ 4.58.18	23.	4.20.28	2.58.52	45.34. 1	6.10.37	33.17.58
53.	7.23.12	−0.22.34	26.32.30	5.24.49	+ 6.17.12	22.	4.18.22	3. 4.41	45.48.58	6. 9. 5	33.58.39
52.	7. 8.35	−0.12.33	27.38.47	5.31.33	+ 7.32. 9	21.	4.16.23	3.10.27	46. 2.24	6. 7.24	34.38.30
51.	6.55.22	−0. 3.12	28.41.26	5.37.31	+ 8.43.54	20.	4.14.31	3.16.13	46.14.22	6. 5.35	35.17.36
50.	6.43.19	+0. 5.37	29.41. 3	5.42.49	+ 9.52.59	19.	4.12.46	3.21.58	46.24.48	6. 3.38	35.55.51
49.	6.32.15	+0.13.59	30.37.57	5.47.33	+10.59.44	18.	4.11. 8	3.27.41	46.33.44	6. 1.32	36.33.18
48.	6.22. 4	+0.21.58	31.32.29	5.51.47	+12. 4.32	17.	4. 9.35	3.33.23	46.41. 9	5.59.19	37. 9.53
47.	6.12.39	+0.29.38	32.24.50	5.55.34	+13. 7.35	16.	4. 8.10	3.39. 3	46.47. 4	5.56.57	37.45.35
46.	6. 3.55	+0.37. 2	33.15.11	5.58.58	+14. 9. 4	15.	4. 6.50	3.44.40	46.51.27	5.54.27	38.20.25
45.	5.55.47	+0.44.11	34. 3.40	6. 1.59	+15. 9.10	14.	4. 5.36	3.50.15	46 54.19	5.51.49	38.54.20
44.	5.48.11	+0.51. 8	34.50.25	6. 4.41	+16. 7.57	13.	4. 4.28	3.55.48	46.55.43	5.49. 2	39.27.19
43.	5.41. 5	+0.57.55	35.35.28	6. 7. 4	+17. 5.35	12.	4. 3.25	4. 1.17	46.55.33	5.46. 8	39.59.23
42.	5.34.26	+1. 4.33	36.19. 0	6. 9.10	+18. 2. 6	11.	4. 2.28	4. 6.43	46.53.53	5.43. 6	40.30.26
41.	5.28.12	+1.11. 3	37. 0.57	6.11. 0	+18.57.38	10.	4. 1.36	4.12. 5	46.50.45	5.39.56	41. 0.29
40.	5.22.20	+1.17.27	37.41.27	6.12.35	+19.52.11	9.	4. 0.49	4.17.23	46.46. 5	5.36.38	41.29.29
39.	5.16.48	+1.23.45	38.20.27	6.13.57	+20.45.49	8.	4. 0. 8	4.22.37	46.39.59	5.33.13	41.57.28
38.	5.11.36	+1.29.57	38.58. 3	6.15. 5	+21.38.34	7.	3.59.31	4.27.47	46.32.23	5.29.40	42.24.21
37.	5. 6.41	+1.36. 6	39.34.13	6.16. 0	+22.30.30	6.	3.59. 0	4.32.52	46.23.23	5.25.59	42.50. 7
36.	5. 2. 3	+1.42.12	40. 9. 1	6.16.44	+23.21.37	5.	3.58.33	4.37.51	46.12.55	5.22.11	43.14.47
35.	4.57.41	+1.48.14	40 42.24	6.17.15	+24.11.59	4.	3.58.12	4.42.45	46. 1. 4	5.18.15	43.38.15
34.	4.53.33	+1.54.14	41.14.27	6.17.36	+25. 1.31	3.	3.57.55	4.47.33	45.47.50	5.14.13	44. 0.33
33.	4.49.38	+2. 0.12	41.45. 3	6.17.46	+25.50.19	2.	3.57.43	4.52.16	45.33.14	5.10. 3	44.21.36
32.	4.45.56	+2. 6. 9	42.14.21	6.17.46	+26.38.23	1.	3.57.36	4.56.52	45.17.16	5. 5.47	44.41.29
31.	4.42.26	+2.12. 3	42.42. 9	6.17.35	+27.25.42	0.	3.57.33	5. 1.23	45. 0. 0	5. 1.23	45. 0. 0
30.	4.39. 7	+2.17.57	43. 8.38	6.17.15	+28.12.18						

PATHOLOGIE. — *Sur une hémogrégarine des gerboises.* Note de M. A. LAVERAN.

Dans une lettre datée du 21 mars 1905, M. le Dr Andrew Balfour, de Khartoum, m'annonçait qu'il avait trouvé un hématozoaire endoglobulaire nouveau chez des gerboises du Soudan anglo-égyptien. J'ai pu constater l'existence de ce parasite dans des préparations qui m'ont été adressées à diverses reprises par M. Balfour. L'infection par cet hématozoaire est très commune chez les gerboises du Soudan.

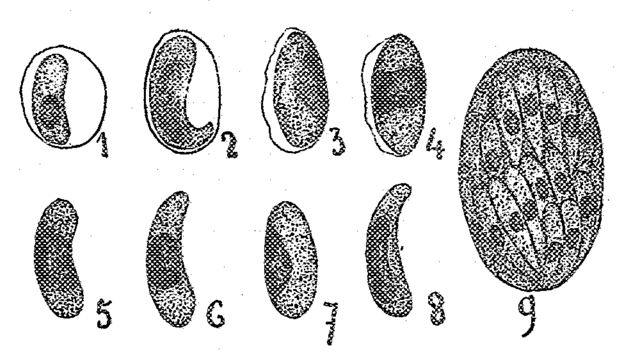
De mon côté, j'ai eu l'occasion de me procurer, au mois de mai dernier,

des gerboises de Tunisie *Jaculus orientalis* (¹) et j'ai trouvé, chez un de ces animaux, des hématozoaires identiques à ceux qui ont été observés à Khartoum.

Cet hématozoaire endoglobulaire des gerboises me paraît devoir être rangé dans le genre *Hæmogregarina;* je le décrirai sous le nom de *H. Balfouri.*

Hæmogregarina Balfouri se présente sous les aspects suivants :

1° *Éléments endoglobulaires.* — Ces éléments qui mesurent 8$^{\mu}$ à 8$^{\mu}$,5 de long, sur 3$^{\mu}$ à 4$^{\mu}$,5 de large, sont réniformes (*fig.* 1) ou allongés et recourbés, comme cela est indiqué dans la figure 2; l'une des extrémités est, dans ce cas, arrondie et l'autre est un peu effilée. Le parasite se présente aussi sous l'aspect de corps ovalaires de forme régulière (*fig.* 3 et 4).



Hæmogregarina Balfouri : Fig. 1 à 4, éléments endoglobulaires. — Fig. 5 à 8, éléments libres. — Fig. 9, kyste contenant 16 sporozoïtes. — Grossissement 2000 D. environ, sauf pour la figure 9, qui a été dessinée à un grossissement de 1300 D environ.

Après coloration (bleu de méthylène à l'oxyde d'argent, éosine, tannin) on distingue, dans les éléments parasitaires, des karyosomes volumineux, d'aspect variable. Tantôt le karyosome a une forme ovalaire plus au moins allongée (*fig.* 1 et 2), tantôt il est adossé à l'un des grands côtés du parasite dans le protoplasme duquel il s'enfonce comme un coin (*fig.* 3), tantôt enfin il se présente sous la forme d'une bande transversale (*fig.* 4). Ces différences d'aspect s'expliquent en partie par ce fait que le pa-

---

(¹) M. Balfour pense que les gerboises observées par lui à Khartoum appartenaient à l'espèce *Jaculus jaculus,* mais cette détermination ne paraît pas avoir été faite d'une manière précise. *Jaculus jaculus* L. et *Jaculus orientalis* Erxleben sont d'ailleurs des espèces très voisines. Un des principaux caractères différentiels est fourni par la coloration des poils des pieds postérieurs qui, entièrement blancs chez *J. jaculus,* sont noirâtres en arrière chez *J. orientalis* (Trouessart, *La faune des Mammifères de l'Algérie, du Maroc et de la Tunisie*, Paris, 1905).

rasite est vu tantôt de côté, tantôt de face; il faut tenir compte aussi des déformations qui se produisent dans les frottis de sang desséchés.

Le protoplasme des hématozoaires ne contient pas de pigment noir; on y trouve des granulations chromophiles en quantité variable.

Je n'ai pas réussi à distinguer des formes mâles et des formes femelles.

Les hématies parasitées subissent des altérations profondes. On trouve des hémogrégarines logées dans des hématies encore très reconnaissables à leur forme et à leurs réactions colorantes (*fig.* 1); mais, en général, les hématies sont déformées, allongées (*fig.* 2), très pâles, peu colorables par l'éosine, ou bien il n'y a plus que des traces difficilement reconnaissables des hématies (*fig.* 3 et 4).

2° *Éléments libres.* — Ces éléments, rares dans le sang de la grande circulation, m'ont paru au contraire assez communs dans les frottis du foie. Les dimensions et les variétés de forme des éléments parasitaires et de leurs karyosomes sont les mêmes que pour les parasites endoglobulaires (*fig.* 5 à 8). Dans le sang frais on constate quelquefois l'existence de vermicules mobiles.

3° *Formes de multiplication.* — Ces formes, qui font défaut dans le sang de la grande circulation, chez les gerboises infectées par *Hæmogreg. Balfouri,* sont communes, au contraire, dans le foie (1).

J'ai signalé, dès 1898, que les formes de multiplication de *Hæmogreg. Stepanowi* parasite de *Cistudo europœa* devaient être recherchées dans le foie (2) et, depuis lors, ce fait a été vérifié pour plusieurs autres hémogrégarines. On peut donc dire que, à ce point de vue, *Hæmogregarina Balfouri* rentre dans la règle.

On trouve dans les frottis du foie convenablement colorés : des éléments sphériques mesurant 10^{μ} à 13^{μ} de diamètre ou ovalaires, avec un gros karyosome; des éléments un peu plus grands avec des karyosomes multiples; enfin des kystes contenant des sporozoïtes complètement développés. Ces kystes sont sphériques ou ovalaires. Le diamètre des kystes sphériques varie de 21^{μ} à 23^{μ}.

Après coloration, on distingue, dans l'intérieur des kystes mûrs, des sporozoïtes de forme allongée, avec une extrémité renflée et une autre extrémité effilée; les sporozoïtes mesurent 14^{μ} à 15^{μ} de long. Chaque sporozoïte a un karyosome ovalaire constitué par une agglomération de grains de chromatine. La disposition des sporozoïtes est irrégulière. J'ai compté dans plusieurs kystes seize sporozoïtes, ce qui paraît être le chiffre normal.

Il ne semble pas douteux qu'il existe une poche kystique, contrairement à ce qui a été noté pour les formes de multiplication endogène d'autres hémogrégarines. Il n'est pas rare d'observer un espace vide entre la paroi du kyste et l'amas des sporozoïtes (*fig.* 9); d'autre part on trouve souvent, dans les préparations colorées, des kystes qui sont restés incolores et dont la paroi est plissée; il paraît bien probable que, dans ces cas, si les sporozoïtes ne se sont pas colorés, c'est que la paroi kystique a empêché la pénétration du liquide colorant.

---

(1) A. Balfour, *Brit. med. Journal,* 17 juin 1905, p. 1330.

(2) A. Laveran, *Soc. de Biologie,* 1er et 8 octobre 1898.

J'ai inoculé à deux gerboises saines le sang de la gerboise infectée par *Hæmogregarina Balfouri;* les résultats ont été négatifs.

On pouvait croire naguère que les hématozoaires endoglobulaires du genre *Hæmamœba* ne s'observaient que chez les animaux à sang chaud, tandis que les hématozoaires du genre *Hæmogregarina* étaient particuliers aux animaux à sang froid. Des travaux récents montrent qu'il y a des exceptions assez nombreuses à ces règles. Des hématozoaires qui paraissent appartenir au genre *Hæmamœba* ont été trouvés chez des tortues ([1]); d'autre part, on connaît aujourd'hui plusieurs *Hæmogregarina* parasites de Mammifères.

S.-P. James ([2]) et Bentley ([3]) ont décrit une hémogrégarine qui se rencontre assez fréquemment aux Indes chez le chien et qui présente cette particularité très rare de se loger dans les leucocytes.

M. le Dr Christophers a bien voulu m'envoyer récemment de Madras des préparations de sang de *Gerbillus indicus* contenant des hémogrégarines bien caractérisées.

On a pu voir, dans cette Note, que l'hématozoaire endoglobulaire de la gerboise se rapproche beaucoup plus des hémogrégarines que des autres genres d'hématozoaires endoglobulaires.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une réaction secondaire des composés halogénés organo-magnésiens.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

L'une des applications les plus fécondes de la méthode de Grignard consiste dans l'action des aldéhydes ou des acétones sur les composés halogénés organomagnésiens : le produit cristallisé qui est ainsi formé fournit par l'action de l'eau un alcool secondaire ou tertiaire. Généralement ce dernier corps est obtenu avec un rendement fort élevé. Toutefois il n'en est pas toujours ainsi. M. Grignard, dans l'action de la benzaldéhyde sur le bromure d'isoamylmagnésium, a vu le rendement en phénylisoamylcarbinol s'abaisser à 50 pour 100, tandis qu'une dose assez importante de l'aldéhyde se changeait en alcool benzylique.

Le même auteur a signalé que l'acétone ordinaire, agissant sur l'iodure tertiaire de

---

([1]) Simond, *Ann. de l'Inst. Pasteur,* t. XV, 1901, p. 338. — A. Laveran, *Soc. de Biologie,* 22 juillet 1905, p. 176.

([2]) S.-P. James, *Scientif. Mem. by Officers of the med. a. sanit. dep. of the Gov. of India,* Calcutta, 1905, n° 14.

([3]) Ch.-A. Bentley, *Brit. med. Journal,* 6 mai 1905.

bisméthoéthyle, fournit un composé cristallisé, mais ce dernier, décomposé par l'eau, ne donne qu'un rendement très médiocre en bisméthoéthyldiméthylcarbinol : il en a cherché l'explication, soit dans le dédoublement de l'iodure tertiaire en carbure éthylénique au contact du magnésium, soit dans une destruction analogue de l'iodure organomagnésien au contact de l'acétone.

Tchelintseff a effectivement constaté la production assez abondante de carbure éthylénique dans l'action du magnésium sur un iodure secondaire (¹). Un autre exemple, mieux précisé, d'une perturbation analogue a été indiqué par Jotsitsch (²) dans l'action du chloral sur le bromure d'éthylmagnésium. Le rendement en alcool trichlorobutylique s'est abaissé à 15 pour 100; mais il y a eu formation de 50 pour 100 d'alcool trichloroéthylique, avec dégagement corrélatif d'éthylène.

Depuis longtemps déjà, nous avons fréquemment observé des faits semblables, particulièrement dans l'action des acétones aromatiques ou cycloforméniques sur divers composés halogénés organomagnésiens, surtout sur ceux issus de l'isobutyle.

Ainsi que nous l'avons indiqué précédemment (³), l'action de la cyclohexanone sur le bromure d'isobutyle fournit un composé cristallisé, dont la destruction par l'eau ne donne guère que 10 pour cent d'isobutylcyclohexanol tertiaire. La majeure partie de la cyclohexanone fournit du cyclohexanol. Nous avions pensé tout d'abord que ce dernier avait été engendré en même temps que du butylène, au moment de l'action de l'eau sur la combinaison organomagnésienne effectuée normalement à partir de la cyclohexanone. Nous avons reconnu au contraire que le dégagement de butylène gazeux se produit abondamment pendant la réaction de la cyclohexanone sur le bromure d'isobutyle. Le groupe MgBr vient se fixer sur l'atome d'oxygène du groupe CO de l'acétone, entraînant avec lui un atome d'hydrogène et fournissant ainsi le composé cristallisé dont la destruction par l'eau donne le cyclohexanol; en même temps, le butylène se dégage. La réaction est

$$\begin{array}{l} {CH^3 \atop CH^3}\!\!>\!CH.CH^2.MgI + CH^2\!<\!{CH^2-CH^2 \atop CH^2-CH^2}\!>\!CO \\ \quad = {CH^3 \atop CH^3}\!\!>\!C = CH^2 + CH^2\!<\!{CH^2-CH^2 \atop CH^2-CH^2}\!>\!CH-O-MgI. \end{array}$$

Cet effet, très important dans le cas décrit, est un peu atténué quand la

(¹) TCHELINTSEFF, *J. Soc. Ph. Chim. Russe*, t. XXXVI, 1904, p. 549.

(²) JOTSITSCH, *J. Soc. Chim. Russe*, t. XXXVI, 1904, p. 443.

(³) PAUL SABATIER et A. MAILHE, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1321.

température est très basse. En maintenant dans un mélange réfrigérant la solution éthérée du bromure d'isobutylmagnésium pendant l'action ménagée de la cyclohexanone, nous avons eu un rendement un peu plus élevé.

D'ailleurs nous avons constaté qu'il n'y a pas de dégagement appréciable de butylène pendant l'action du magnésium sur le bromure d'isobutyle, non plus que dans la destruction par l'eau du composé organomagnésien issu de l'acétone.

On obtient des résultats tout à fait semblables en remplaçant la cyclohexanone par la paraméthylcyclohexanone : la majeure partie de cette dernière se trouve transformée en méthylcyclohexanol 1.4.

L'acétone ordinaire, ou propanone, opposée au même bromure d'isobutylmagnésium, a donné lieu à une production moins irrégulière : la dose de diméthylisobutylcarbinol atteint 50 pour 100 : mais on constate néanmoins une proportion assez grande d'alcool isopropylique engendré avec dégagement corrélatif de butylène gazeux.

La cyclohexanone ou la paraméthylcyclohexanone, opposées à d'autres dérivés halogénés organomagnésiens, ont fourni des perturbations analogues plus ou moins importantes, indiquées par la formation de cyclohexanol ou de méthylcyclohexanol et la séparation de carbure éthylénique. L'effet est peu marqué avec les iodures de méthyl- ou d'éthylmagnésium. Mais avec celui de propylmagnésium, on arrive à 50 pour 100 de cyclohexanol régénéré, avec dégagement de propylène gazeux.

Avec l'iodure et surtout avec le bromure d'isoamylmagnésium, la production accessoire de cyclohexanol et d'amylène ne dépasse guère 20 pour 100.

Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, la perturbation est assez importante pour les iodures, bromures ou chlorures secondaires, où le rendement en alcool normal se trouve d'ailleurs diminué par une séparation de carbure éthylénique ou forménique pendant l'action du magnésium.

L'iodure d'isopropyle ne dégage par le magnésium que fort peu de propylène et de diisopropyle. Mais la séparation de propylène est très intense dans la réaction de la cyclohexanone sur le dérivé organo-magnésien. Environ 75 pour 100 de cyclohexanol se trouvent régénérés.

L'iodure secondaire d'octyle (bouillant à 210°) fournit, au contact du magnésium, environ 20 pour 100 d'octène (bouillant à 122°). La réaction de la paraméthylcyclohexanone sur l'iodure organomagnésien obtenu régénère environ 25 pour 100 de méthylcyclohexanol avec séparation cor-

rélative d'octène, de sorte que le rendement final en octylméthylcyclohexanol ne dépasse pas 25 pour 100.

Le chlorocyclohexane se comporte d'une manière analogue. Son dérivé magnésien, agissant sur la cyclohexanone, donne lieu à une séparation importante de cyclohexène avec régénération de cyclohexanol, et le rendement en cyclohexylcyclohexanol ne dépasse guère 20 pour 100.

La perturbation qui vient d'être décrite paraît tout à fait générale. Habituellement très faible dans le cas des aldéhydes grasses et même aromatiques, elle est plus importante avec le chloral, et généralement avec les acétones, surtout avec les acétones aromatiques ou cycloforméniques. La nature des organo-magnésiens opposés à l'acétone influe puissamment sur l'intensité de la réaction secondaire. Ceux issus de l'isobutyle la fournissent avec une grande importance : ceux issus d'autres résidus forméniques primaires la donnent beaucoup moins; ceux issus de résidus aromatiques, phényle, crésyles, ne la donnent pas du tout. Les organomagnésiens provenant de résidus secondaires la fournissent habituellement plus ou moins importante.

Nous avons trouvé que dans certains cas, tout au moins au voisinage de la température ordinaire, la réaction normale est à peu près totalement supprimée, la réaction secondaire ayant lieu toute seule. C'est ce qui a lieu dans l'action de la benzophénone sur le chlorure de cyclohexylmagnésium ([1]). Au lieu du diphénylcyclohexylcarbinol, nous avons obtenu seulement l'alcool correspondant à l'acétone, c'est-à-dire le benzhydrol $C^6H^5.CHOH.C^6H^5$, en même temps qu'il y avait eu séparation de cyclohexène.

De même, en faisant réagir la dicyclohexylcétone sur le chlorure de cyclohexylmagnésium, nous n'avons pu obtenir en quantité appréciable le tricyclohexylcarbinol, mais seulement, avec un rendement à peu près théorique, le dicyclohexylcarbinol, à côté du cyclohexène.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce la mort de M. *Ernest Bichat*, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy, Correspondant de l'Académie pour la Section de Physique.

([1]) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, 1905, p. 80.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Recherches sur les Lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar, par G. Grandidier. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur la théorie des surfaces et des enveloppes de sphères en Géométrie anallagmatique.* Note de M. **A. Demoulin**.

Nous nous proposons d'appliquer à la théorie des surfaces les méthodes de la Géométrie anallagmatique intrinsèque que nous avons exposées dans notre Note du 5 juin 1905.

Par un point mobile M d'une surface quelconque Σ, menons une sphère S_3 tangente à la surface en ce point, puis deux sphères S_1 et S_2 orthogonales entre elles et à la première. Soient, en outre, S_4 et S_5 deux sphères orthogonales entre elles et aux précédentes. Le système de ces cinq sphères deux à deux orthogonales sera pris comme figure de référence mobile, la sphère S_i étant définie, en coordonnées pentasphériques relatives, par l'équation $x_i = 0$. Ce système dépend de deux paramètres u et v et admet vingt vitesses

$$p,\ q,\ r,\ \xi,\ \eta,\ \zeta,\ \lambda,\ \mu,\ \nu,\ \sigma;\quad p_1,\ q_1,\ r_1,\ \xi_1,\ \eta_1,\ \zeta_1,\ \lambda_1,\ \mu_1,\ \nu_1,\ \sigma_1.$$

A cause du choix des sphères coordonnées, on a

$$\zeta + i\nu = 0, \qquad \zeta_1 + i\nu_1 = 0.$$

L'équation différentielle des lignes de courbure de Σ est

$$\begin{aligned}(p\,du + p_1\,dv)\,[(\xi + i\lambda)\,du + (\xi_1 + i\lambda_1)\,dv]\\ + (q\,du + q_1\,dv)\,[(\eta + i\mu)\,du + (\eta_1 + i\mu_1)\,dv] = 0.\end{aligned}$$

Toute sphère tangente à la surface Σ au point M a une équation de la forme

$$\mathfrak{R}x_3 + x_4 + ix_5 = 0,$$

où $\mathfrak{R}$ est un paramètre convenablement choisi.

Les $\mathfrak{R}$ des sphères principales sont les racines de l'équation

$$\begin{aligned}\mathfrak{R}^2(pq_1 - qp_1) + \mathfrak{R}[p(\xi_1 + i\lambda_1) + p_1(\xi + i\lambda) + q(\eta_1 + i\mu_1) + q_1(\eta + i\mu)]\\ + (\xi + i\lambda)(\eta_1 + i\mu_1) - (\xi_1 + i\lambda_1)(\eta + i\mu) = 0.\end{aligned}$$

Dans les formules qui précèdent, le réseau (u, v) des lignes coordon-

nées est quelconque. Particularisons-le en le faisant coïncider avec celui des lignes de courbure. Choisissons, en outre, les sphères S_1 et S_2, de manière que les cercles d'intersection de ces sphères avec la sphère S_3 soient respectivement tangentes en M aux lignes de courbure $u = \text{const.}$ et $v = \text{const.}$ De là résultent les égalités

$$\eta + \mu i = 0, \qquad \xi_1 + i\lambda_1 = 0, \qquad p = 0, \qquad q_1 = 0.$$

L'élément linéaire de la surface est alors donné par la formule

$$ds^2 = M(A^2 du^2 + C^2 dv^2),$$

dans laquelle M est un facteur inconnu et où l'on a posé, pour abréger,

$$\xi + i\lambda = A, \qquad \eta_1 + i\mu_1 = C.$$

Soient $\mathfrak{R}'$ et $\mathfrak{R}''$ les $\mathfrak{R}$ des sphères principales. On a

(1) $$\mathfrak{R}' = -\frac{A}{q}, \qquad \mathfrak{R}'' = \frac{C}{p_1}.$$

Envisageons les sphères qui, passant par le point M, ont pour centres les centres de courbure géodésique des lignes de courbure qui se croisent en ce point. *Ces sphères* (qu'on pourrait appeler les *sphères géodésiques*) *sont conservées dans l'inversion.* Elles sont définies par les équations

$$\mathcal{G}' x_1 + x_4 + i x_5 = 0, \qquad \mathcal{G}'' x_2 + x_4 + i x_5 = 0,$$

dans lesquelles

(2) $$\mathcal{G}' = -\frac{C}{r_1}, \qquad \mathcal{G}'' = \frac{A}{r}.$$

Les sphères S_1 et S_2 sont encore partiellement indéterminées; achevons de les définir en les faisant passer par le second point de contact M_1 de la sphère S_3 avec son enveloppe. Nous aurons alors

$$\zeta = \zeta_1 = \nu = \nu_1 = 0.$$

Les sphères S_1 et S_2 étant choisies comme il vient d'être dit, envisageons le cas où les lignes de courbure se correspondent sur les deux nappes Σ et Σ_1 de l'enveloppe de S_3. Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit que l'on ait

$$\xi_1 = \eta = \lambda_1 = \mu = 0.$$

L'élément linéaire de la surface Σ_1 est alors donné par la formule

$$ds_1^2 = M_1(A_1^2\,du^2 + C_1^2\,dv^2),$$

dans laquelle M_1 est un facteur inconnu, et où l'on a posé

$$A_1 = \xi - i\lambda, \qquad C_1 = \eta_1 - i\mu_1.$$

Les sphères principales et les sphères géodésiques en M_1 sont définies par des équations de la forme

$$\begin{cases} \mathfrak{R}'_1 x_3 + x_4 - ix_5 = 0, \\ \mathfrak{R}''_1 x_3 + x_4 - ix_5 = 0, \end{cases} \qquad \begin{cases} \mathcal{G}'_1 x_1 + x_4 - ix_5 = 0, \\ \mathcal{G}''_1 x_2 + x_4 - ix_5 = 0, \end{cases}$$

et l'on a

$$\mathfrak{R}'_1 = -\frac{A_1}{q}, \qquad \mathfrak{R}''_1 = \frac{C_1}{p_1}, \qquad \mathcal{G}'_1 = -\frac{C_1}{r_1}, \qquad \mathcal{G}''_1 = \frac{A_1}{r}.$$

Ces formules, rapprochées des formules (1) et (2), conduisent à deux relations entre les sphères principales et les sphères géodésiques des nappes Σ et Σ_1 en deux points correspondants. On vérifie, en effet, immédiatement les égalités

$$\frac{\mathfrak{R}'}{\mathcal{G}''} = \frac{\mathfrak{R}'_1}{\mathcal{G}''_1}, \qquad \frac{\mathfrak{R}''}{\mathcal{G}'} = \frac{\mathfrak{R}''_1}{\mathcal{G}'_1},$$

auquelles on peut donner une forme entièrement géométrique, car les huit quantités $\mathfrak{R}'$, $\mathfrak{R}''$, $\mathcal{G}'$, $\mathcal{G}''$, $\mathfrak{R}'_1$, $\mathfrak{R}''_1$, $\mathcal{G}'_1$, $\mathcal{G}''_1$ sont égales aux inverses des cosinus des angles que les sphères correspondantes font avec la sphère S_4.

Dans le cas actuel, des vingt vitesses du système de référence dix sont nulles, savoir p, q_1, ξ_1, η, ζ, ζ_1, ν, ν_1, λ_1, μ. On pourra, en outre, annuler σ et σ_1 : il suffira, à cet effet, de choisir la sphère S_4 de manière que ses points caractéristiques, c'est-à-dire ceux où elle touche son enveloppe, soient situés sur le cercle d'intersection des sphères S_1 et S_2, ce qui pourra se faire d'une infinité de manières. Les huit vitesses restantes satisferont aux relations suivantes :

$$(\mathrm{A}) \quad \begin{cases} \qquad\qquad \dfrac{\partial \xi}{\partial v} = -r\eta_1, \qquad \dfrac{\partial \eta_1}{\partial u} = r_1\xi; \\ \qquad\qquad \dfrac{\partial \lambda}{\partial v} = -r\mu_1, \qquad \dfrac{\partial \mu_1}{\partial u} = r_1\lambda; \\ \dfrac{\partial p_1}{\partial u} = -qr_1, \qquad \dfrac{\partial q}{\partial v} = rp_1, \qquad \dfrac{\partial r}{\partial v} - \dfrac{\partial r_1}{\partial u} = -qp_1 + \xi\eta_1 + \lambda\mu_1. \end{cases}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les propriétés d'une fonction holomorphe dans un cercle où elle ne prend pas les valeurs zéro et un.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Poincaré.

1. M. Landau a démontré le théorème suivant ([1]), qui se présente comme une généralisation du théorème de M. Picard sur les fonctions entières :

Soit une fonction entière

$$F(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots \tag{1}$$

et soit $a_0 \neq 0$, $a_0 \neq 1$, $a_1 \neq 0$. *Il existe un nombre* R *indépendant des coefficients* $a_3, a_4, \ldots$, *c'est-à-dire fonction de* a_0 *et de* a_1 *seulement, tel que* $F(x)$ *prenne sûrement l'une des valeurs* 0, 1 *dans le cercle de rayon* R *ayant son centre à l'origine.*

J'ai été conduit depuis lors à quelques remarques d'un caractère analogue, que je vais résumer dans cette Note.

2. Je m'appuie sur le lemme suivant :

Lemme. — *Soit une fonction entière*

$$\varphi(x) = 1 + \alpha_1 x + \alpha_2 x^2 + \ldots.$$

Posons

$$|x| = r, \qquad \mathfrak{M}(r) = 1 + |\alpha_1| r + |\alpha_2| r^2 + \ldots$$

et appelons $A(r)$ *la plus grande valeur positive de la partie réelle de* $\varphi(x)$ *pour* $|x| = r$, $A(r)$ *étant assujetti à être par exemple plus grand que* 10. Quel que soit r, on a ([2])

$$\mathfrak{M}(\theta r) < 10\, A(r) \log A(r) \qquad \text{pour} \qquad \theta \leqq 1 - \frac{1}{\log A(r)}.$$

3. Soit maintenant une fonction $F(x)$, holomorphe dans un cercle C de

---

([1]) Landau, *Ueber eine Verallgemeinerung des Picardschen Satzes* (*Sitzungsberichte d. k. pr. Ak. d. W.*, juillet 1904).

([2]) La démonstration de ce lemme résulte de formules données par M. Borel dans son Mémoire *Sur les zéros des fonctions entières* (*Acta mat.*, t. XX).

rayon [1] R ($1 < R < 2$), ayant son centre à l'origine et ne prenant dans ce cercle ni la valeur o, ni la valeur 1. Dans le cercle C, $\log F(x)$ est une fonction holomorphe qui ne prend pas les valeurs o, $2i\pi$, $4i\pi$, ... De même $\log \frac{\log F(x)}{2i\pi} = F_1(x)$ est une fonction holomorphe qui ne prend dans C aucune des valeurs

$$(1)\quad \begin{cases} \ldots, & k_{0,-2} = -2i\pi, & k_{0,0} = 0, & k_{0,2} = 2i\pi, & \ldots, \\ \ldots, & k_{2,-2} = \log 2 - 2i\pi, & k_{2,0} = \log 2, & k_{2,2} = \log 2 + 2i\pi, & \ldots, \\ \ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots\ldots, & \ldots. \end{cases}$$

Comme on a passé de $F(x)$ à $F_1(x)$, on passera de $F_1(x)$ à une fonction $F_2(x)$, et ainsi de suite. On constate que, dans un cercle concentrique à C et de rayon $\frac{7R}{8}$, les modules maxima (pour $|x| \leq r$) des fonctions F, F_1, F_2, ... vont en décroissant avec une rapidité que le lemme nous permet d'évaluer.

D'autre part, on peut déterminer un point $\overline{x_0}$ intérieur à C, tel que dans un cercle Γ de centre $\overline{x_0}$, $F(x)$ soit une fonction holomorphe donnée par le développement

$$F(x) = b_0 + b_1(x - \overline{x_0}) + \ldots,$$

avec

$$(2)\qquad |b_1| > \frac{M\left(\frac{3R}{4}\right) - |F(0)|}{|\overline{x_0}|},$$

$M(r)$ désignant le module maximum de $F(x)$ pour $|x| \leq r$.

Ces deux remarques permettent de constater, par un raisonnement simple, que l'on aboutirait à une contradiction si l'on admettait que $M\left(\frac{3R}{4}\right)$ dépasse une certaine valeur $\mathcal{A}$, laquelle dépend exclusivement de F(o).

En d'autres termes : *Si, dans un cercle* C *de rayon* R, *la fonction holomorphe* $F(x)$ *ne prend ni la valeur* o, *ni la valeur* 1, *le module maximum* [2]

---

[1] En faisant au besoin un changement de variable $x' = \lambda x$, j'ai bien le droit de supposer que $1 < R < 2$.

[2] Le nombre $\frac{3}{4}$ peut d'ailleurs être remplacé par un nombre quelconque inférieur à 1.

de cette fonction pour $|x| \leqq \frac{3R}{4}$ *est inférieur à un certain nombre* $\mathcal{A}$ *qui dépend exclusivement du coefficient* a_0.

4. Du théorème qui vient d'être énoncé on déduira immédiatement (en s'appuyant encore sur le lemme) la proposition de M. Landau. Plus généralement, supposons que dans le développement (1) de la fonction holomorphe $F(x)$ on laisse fixes le coefficient a_0 et un groupe quelconque d'autres coefficients. *Quels que soient les invariants choisis, il existera toujours un cercle ne dépendant que de ces invariants, dans lequel* $F(x)$ *prendra sûrement l'une des valeurs* 0, 1.

Une autre conséquence de notre théorème sera relative à la convergence du développement de $F(x)$ dans le cercle C. Soit C′ un cercle, concentrique à C, ayant pour rayon $\lambda R\left(1 - \frac{1}{\log \mathcal{A}}\right)$, $(\lambda < 1)$. Je vérifie qu'*il existe un entier m, dépendant exclusivement du coefficient* a_0, *tel que l'on ait, dans le cercle* C′,

$$|a_{m+1}x^{m+1}| + |a_{m+2}x^{m+2}| + \ldots < \varepsilon \mathcal{A},$$

ε *étant un nombre arbitrairement petit assigné à l'avance.*

Enfin, j'observe que la démonstration dont je me suis servi conduit à une généralisation immédiate du théorème. Imaginons que, dans un cercle C, une fonction holomorphe $F(x)$ ne prenne qu'un nombre fini p de fois les valeurs 0 et 1. On pourra déterminer à l'intérieur de C un cercle Γ de centre $\overline{x_0}$ où $F(x)$ ne prendra aucune des valeurs du Tableau I, et où l'on aura l'inégalité (2); la limite inférieure du rayon de Γ sera, d'ailleurs, d'autant plus grande que p sera plus petit. On en conclura que $M\left(\frac{3R}{4}\right)$ *est nécessairement inférieur à un certain nombre* $\mathcal{A}_p$, *fonction de* a_0 *et de p exclusivement.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur de nouvelles séries de polynomes.* Note de M. A. **Buhl**, présentée par M. P. Appell.

Le but de cette Note est de signaler une classe de séries de polynomes que je crois nouvelles, tout au moins quant à leur procédé de formation et qui présentent des propriétés dignes d'attention, telles que d'être très simples, de n'exiger la considération d'aucune opération transcendante

pratiquement inexécutable, de pouvoir être rendues, à volonté, de plus en plus convergentes et enfin d'être propres indistinctement à la représentation de fonctions analytiques ou non.

Soit k un entier positif et considérons l'intégrale double

$$(1) \qquad \int_{-a}^{+a}\int_{-l}^{+l} f(z)e^{iq(x-z)}\left(1-\frac{q^2}{a^2}\right)^{k-\frac{1}{2}}\frac{dq\,dz}{2\pi}.$$

Intégrer par rapport à q seulement entre $-a+\varepsilon$ et $a-\varepsilon$, ce n'est retrancher qu'une partie infiniment petite avec ε et cela permet de développer en toute sécurité la parenthèse en q par la formule du binome. Posant alors

$$(2) \qquad F(x)=\int_{-a}^{+a}\int_{-l}^{+l} f(z)e^{iq(x-z)}\frac{dq\,dz}{2\pi},$$

l'intégrale précédente peut s'écrire

$$F(x)+\frac{(2k-1)}{2}\frac{F''(x)}{a^2}+\frac{(2k-1)(2k-3)}{2.4}\frac{F^{\text{IV}}(x)}{a^4}+\ldots.$$

Si a devient infini, cela se réduit à $F(x)$, c'est-à-dire à $f(x)$, car (2) devient alors l'ordinaire formule de Fourier. *L'intégrale* (1) *tend donc vers* $f(x)$ *quand* a *tend vers l'infini.* Il y a là, premier point intéressant, une généralisation de la formule de Fourier et, pour que le résultat souligné subsiste, il suffit que $f(x)$, dans l'intervalle $-l$, $+l$, satisfasse aux conditions habituelles dites *conditions de Dirichlet*. Exprimons maintenant (1) autrement en développant l'exponentielle. Posant

$$(3) \qquad P_j(x)=\int_{-l}^{+l} f(z)(x-z)^j\,dz,$$

et n'écrivant que les termes non détruits par leur imparité, il vient

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-a}^{+a}\left(P_0-\frac{q^2}{2!}P_2+\frac{q^4}{4!}P_4-\ldots\right)\left(1-\frac{q^2}{a^2}\right)^{k-\frac{1}{2}}dq.$$

Or, la théorie élémentaire des fonctions eulériennes donne

$$\frac{1}{(2n)!}\int_{-a}^{+a} q^{2n}\left(1-\frac{q^2}{a^2}\right)^{k-\frac{1}{2}}dq=\frac{a^{2n+1}}{(2n)!}B\left(n+\frac{1}{2}, k+\frac{1}{2}\right)$$

et nous avons pour (1) le nouveau développement

$$S(a,k) = \frac{1}{2\pi}\sum_{n=0}^{n=\infty}(-1)^n B\left(n+\frac{1}{2}, k+\frac{1}{2}\right)\frac{a^{2n+1}}{(2n)!}P_{2n}(x)$$

qui, quel que soit k, doit tendre vers $f(x)$ quand a tend vers l'infini.

Étudions sur elle-même la convergence de cette série. On peut séparer l'intervalle $-l$, $+l$ en d'autres où les $P_{2n}(x)$ conservent un signe invariable, et, comme la série précédente est alors alternée, il suffit de vérifier que les termes décroissent à partir d'un certain rang. Or on peut disposer de k pour qu'il en soit ainsi à partir d'un rang arbitraire, quelque grand que soit a. En résumé, soient

$$a_1,\quad a_2,\quad \ldots,\quad a_p,\ldots,\qquad k_1,\quad k_2,\quad \ldots,\quad k_p,\quad \ldots$$

deux suites indéfiniment croissantes et l'on aura

$$f(x) = S(a_1,k_1) + [S(a_2,k_2) - S(a_1,k_1)] + [S(a_3,k_3) - S(a_2,k_2)] + \ldots.$$

On voit que les séries de polynomes ainsi déterminées ont le même caractère de généralité que celles connues jusqu'ici. Si x est une variable complexe ces résultats subsistent, car rien dans ce qui précède ne suppose essentiellement que x soit réel; toutefois, quelques détails complémentaires, négligés ici faute de place, tendraient à faire exclure de tout le plan de convergence quelques régions particulières comme l'étoile de M. Mittag-Leffler.

Remarquons en terminant que les coefficients B des séries $S(a,k)$ seront toujours d'un calcul très simple, B s'exprimant au moyen de Γ par une formule connue et les fonctions Γ elles-mêmes s'exprimant simplement et rapidement, de façon approchée, pour de grandes valeurs de leur argument. On voit encore qu'on pourrait généraliser en prenant pour k un nombre non entier ou encore en remplaçant dans (1) q^2a^{-2} par $q^m a^{-m}$. Les coefficients B seraient alors irrationnels, tandis qu'ici ils ne contiennent, tout calcul fait, que le facteur π que son inverse détruit immédiatement. Enfin, on peut, dans les solutions de Cauchy-Fourier des équations de la Physique mathématique, substituer des intégrales (1) à des intégrales (2), d'où de nouveaux développements en séries de polynomes pour les solutions en question.

MÉCANIQUE. — *Sur le frottement de glissement.* Note de M. **de Sparre**, présentée par M. Maurice Levy.

M. Painlevé a signalé un certain nombre d'exemples où les lois du frottement de glissement de Coulomb, appliquées sans transition à partir d'un instant initial, conduisent à une impossibilité ou à une indétermination.

Ainsi que l'a fait remarquer M. Lecornu dans ses Communications des 6 et 27 mars, l'impossibilité disparaît si l'on admet que lorsque deux corps, en mouvement l'un par rapport à l'autre, viennent en contact, le coefficient de frottement, d'abord égal à zéro, croît très rapidement jusqu'à la valeur limite f relative au mouvement, à moins qu'il ne se trouve une valeur $f' \leqq f$ qui rende la réaction mutuelle des deux corps infinie, auquel cas il se produit un arc-boutement qui donne naissance à une percussion ([1]). Quant à l'indétermination signalée par M. Painlevé elle n'est qu'apparente.

Pour mettre ces deux faits en évidence je reprends le problème cité par M. Appell dans son *Traité de Mécanique* (t. II, p. 120 et suiv.), dont je rappelle l'énoncé : *Deux points matériels* M *et* M_1 *de masse* 1 *sont reliés par une tige rigide* MM_1 *sans masse de longueur r. Le point* M *est assujetti à glisser avec frottement sur une droite horizontale ox qu'il ne peut pas quitter (on doit donc le supposer compris entre deux guides horizontaux infiniment rapprochés) et le système* MM_1 *est mis en mouvement dans le plan vertical xoy passant par ox.*

Je conserve toutes les notations de M. Appell et je suppose

$$(1) \qquad 0 < \theta < \frac{\pi}{2},$$

$$(2) \qquad f \sin\theta \cos\theta > 1 + \cos^2\theta.$$

([1]) Ainsi que le dit M. Lecornu, l'arc-boutement statique est connu depuis longtemps; qu'il me suffise de citer les exemples du valet de menuisier et des nombreux encliquetages d'un emploi fréquent en particulier dans les bicyclettes à roue libre ou munie de rétropédalage. J'ajouterai que j'ai vu, il y a déjà longtemps, la description d'un système de frein basé sur l'arc-boutement dynamique qui se produit lorsqu'une valeur f' du coefficient de frottement, plus petite que la valeur f qui correspond au mouvement, rend la réaction des deux corps en présence infinie.

Pour réaliser les conditions initiales je suppose que, le point M' ayant une vitesse quelconque, dans le plan xOy, le point M part du repos et est soumis à une force horizontale h assez grande pour produire son déplacement dans un sens ou dans l'autre. On trouve alors

$$(3)\qquad x'' = \frac{h + r\theta'^2(\cos\theta + \varepsilon f \sin\theta) + g[\sin\theta\cos\theta + \varepsilon f(1 + \sin^2\theta)]}{1 + \cos^2\theta + \varepsilon f \sin\theta\cos\theta},$$

$$(4)\qquad R_y = \frac{h\sin\theta\cos\theta - r\theta'^2\sin\theta - 2y}{1 + \cos^2\theta + \varepsilon f\sin\theta\cos\theta},$$

où $\varepsilon = \pm 1$, le signe étant choisi de façon que

$$(5)\qquad x'\varepsilon R_y > 0.$$

Je suppose d'abord h positif et assez grand pour produire le déplacement de M dans le sens positif. Il faut pour cela que l'on ait

$$(6)\qquad h > g[f(1 + \sin^2\theta) - \sin\theta\cos\theta] + r\theta'^2(f\sin\theta - \cos\theta),$$

et l'on en déduit, en tenant compte de (1) et (2),

$$(7)\qquad h\sin\theta\cos\theta > 2g + r\theta'^2\sin\theta.$$

Le numérateur de R_y est donc positif et, comme x' l'est aussi, la relation (5) est satisfaite quel que soit le signe de ε. L'indétermination n'est toutefois qu'apparente. En effet, x' partant de zéro pour prendre des valeurs positives, x'' doit être positif. Or son numérateur est positif en vertu de (5), il faut donc que son dénominateur le soit, ce qui exige $\varepsilon = +1$. La valeur $\varepsilon = -1$ est donc à rejeter; on en conclut $R_y > 0$.

Par la suite du mouvement, si l'on fait tendre h vers zéro, afin de rentrer dans le cas du problème de M. Painlevé, le numérateur de R_y s'annulera à un moment donné. A cet instant, le point M qui frottait sur le guide supérieur ne frotte plus, ni sur l'un, ni sur l'autre, puis il viendra en contact avec le guide inférieur, et, à cet instant, le coefficient de frottement croissant très rapidement à partir de zéro, R_y sera d'abord négatif, on devra prendre pour ε la valeur -1 et, comme R_y devient infini pour

$$f' = \frac{1 + \cos^2\theta}{\sin\theta\cos\theta} < f,$$

il se produira une percussion qui réduira le point M au repos. Il est facile de vérifier d'ailleurs que la percussion susceptible de réduire le point M au repos peut être fournie par le frottement. Soient en effet P et Q les composantes de cette percussion, on a, en désignant par x'_0 la valeur de x' au moment où elle se produit,

$$P = -x'_0(1 + \cos^2\theta),$$
$$Q = -x'_0\sin\theta\cos\theta,$$

d'où

$$\frac{|P|}{|Q|} = \frac{1 + \cos^2\theta}{\sin\theta\cos\theta} < f.$$

Supposons maintenant h négatif et assez grand pour produire le déplacement du point M dans le sens négatif.

Il faut d'abord, pour qu'il en soit ainsi,

$$(8) \qquad -h > g[f(1+\sin^2\theta)+\sin\theta\cos\theta]+r\theta'^2(f\sin\theta+\cos\theta).$$

Le numérateur de R_y étant négatif et x' également, la relation (5) est satisfaite pour $\varepsilon = +1$ et pour $\varepsilon = -1$. Mais la valeur $\varepsilon = -1$ est à rejeter. En effet, x' partant de zéro pour prendre des valeurs négatives, x'' doit être négatif; mais, comme son numérateur est négatif, en vertu de (8), la valeur $\varepsilon = +1$ répond seule à la question. R_y est donc négatif et le point M touche le guide inférieur. Il en sera d'ailleurs de même dans la suite du mouvement [1] lorsque l'on fera tendre h vers zéro pour rentrer dans le cas du problème de M. Painlevé, le numérateur de R_y ne s'annulant pas dans le cas actuel, ce qui serait nécessaire pour que le point M quitte le guide inférieur. Donc, dans le problème de M. Painlevé, la valeur $\varepsilon = +1$ est aussi la seule acceptable pour le cas de $x' < 0$.

ÉLECTRICITÉ. — *Passage de l'électricité à travers les couches gazeuses de grande épaisseur.* Note de M. E. Bouty.

1. Je rappelle que, d'après mes expériences antérieures, le champ critique au-dessus duquel un gaz livre passage à de l'électricité est la somme de deux termes : l'un, caractéristique du gaz, indépendant de la température quand on maintient constants le volume et la masse, est largement prépondérant aux pressions supérieures à quelques dixièmes de millimètre de mercure; l'autre, dont l'influence n'est sensible qu'aux pressions très basses, dépend essentiellement de la paroi diélectrique ou de la couche gazeuse adhérente.

2. Théoriquement, on peut diminuer autant qu'on veut l'influence de ce terme perturbateur. Il suffit, pour cela, de donner à la masse gazeuse en expérience des dimensions assez considérables, principalement dans la direction du champ constant auquel on veut la soumettre. Dans la pratique, on est arrêté à la fois par la difficulté d'obtenir les récipients de dimension convenable et de produire un champ constant dans toute leur étendue. J'ai employé un condensateur à lame d'air dont les plateaux étaient des disques plans de $1^m,70$ de diamètre et des ballons allongés ou

(1) Les relations (1) et (2) étant supposées toujours satisfaites.

des tubes de 8^{cm} de diamètre et dont la longueur dans le sens du champ a atteint jusqu'à 38^{cm}.

Dans ces conditions et tant que la pression p est supérieure à $0^{mm},1$ de mercure, les champs critiques y sont fidèlement représentés par la formule

$$y = a\sqrt{p(p+b)};$$

a est la cohésion diélectrique du gaz, suffisamment connue par les anciennes expériences; b est constant pour un ballon et pour un gaz déterminés.

3. Le coefficient b, calculé d'après les nouvelles expériences, varie sensiblement en raison inverse de l'épaisseur e de la couche gazeuse. Ainsi, pour l'air, j'ai trouvé :

e.	*b.*	*be.*
5,6	1,4	7,84
12	0,7	8,4
20	0,42	8,4
37,8	0,23	8,7
	Moyenne...	8,36

Pour l'hydrogène,

e.	*b.*	*be.*
5,6	2,25	12,6
20	0,685	13,7
Moyenne		13,15

Cela posé, la formule des champs critiques s'écrira

$$(1) \qquad y = a\sqrt{p\left(p+\frac{k}{e}\right)},$$

k étant une constante qui ne dépend plus que de la nature du gaz.

4. La différence de potentiel totale entre les deux extrémités de la colonne gazeuse traversée par l'effluve est donc

$$(2) \qquad \mathrm{Y} = ye = ae\sqrt{p\left(p+\frac{k}{e}\right)} = a\sqrt{pe(pe+k)}.$$

Elle ne dépend que du produit de la pression p par l'épaisseur e; ou encore, *elle ne dépend que de la masse gazeuse intéressée par la décharge.*

Sous cette dernière forme, on retombe sur une loi énoncée par Paschen pour les potentiels explosifs entre électrodes métalliques, et vérifiée notamment par les expériences de Carr. Ces savants n'ont d'ailleurs pas cherché la forme de la relation qui relie Y et *pe*.

5. Pour des masses d'air suffisamment considérables, la courbe (2) peut être confondue avec son asymptote

$$Y_1 = \frac{ak}{2} + ape. \tag{3}$$

La différence de potentiel totale se compose : 1° d'un terme constant $\frac{ak}{2}$ dont la valeur est d'environ 1760 volts pour l'air, 1350 volts pour l'hydrogène, et 2° d'un terme proportionnel à la cohésion diélectrique et à la masse. Pour l'air cette dernière différence de potentiel est de $2,46.10^7$ par gramme d'air traversé, sur une section de 1^{cm^2}.

6. Le champ critique y représenté par la formule (1) tend vers zéro avec la pression. Il est évidemment très difficile d'affirmer que, dans la réalité, le terme dépendant du gaz, plus ou moins masqué, aux basses pressions, par le terme afférent à la paroi, tend réellement vers zéro; mais mes expériences actuelles permettent au moins de s'assurer que ce terme devient très petit.

Avec un ballon de $5^{cm},6$ d'épaisseur. le champ critique minimum était de 129 volts par centimètre, et correspondait à une pression de $\frac{1}{4}$ de millimètre de mercure. Avec un tube de $37^{cm},8$ de long, j'ai pu observer des champs critiques de 16,4 volts par centimètre vers la pression de $\frac{1}{25}$ de millimètre et enfin avec un tube de 93^{cm} dans un champ qui, il est vrai, ne pouvait plus être considéré comme rigoureusement uniforme, des champs critiques de 8 à 9 volts seulement, c'est-à-dire de l'ordre de grandeur de six fois le champ électrostatique moyen de la terre.

7. Si, comme tout porte à le croire, on est encore loin, dans ces expériences, des champs critiques les plus minimes susceptibles de provoquer l'effluve, il y a lieu de penser qu'il y a, dans la haute atmosphère, une région où l'air raréfié ne peut supporter même le champ électrique terrestre normal sans livrer passage à de l'électricité.

A ces hauteurs l'air serait donc normalement ionisé, et la distribution des ions serait telle que le champ électrique résultant tendrait rapidement vers zéro quand on s'élèverait davantage.

ÉLECTRICITÉ. — *Le détecteur électrolytique à pointe métallique.* Note de M. G. FERRIÉ, présentée par M. Mascart.

Au cours d'une étude d'ensemble des propriétés des cohéreurs de toute espèce, j'ai indiqué que l'on pouvait constituer un détecteur d'ondes hertziennes par le contact imparfait d'une pointe métallique et d'un électrolyte (¹). Une étude plus détaillée de ce détecteur m'a permis d'observer les propriétés suivantes :

L'appareil est constitué par une pointe de platine, d'un diamètre égal à $\frac{1}{100}$ de millimètre environ, qui pénètre dans un électrolyte (acide azotique ou sulfurique, par exemple) d'une longueur de même ordre de grandeur que le diamètre. L'électrolyte est en communication, par l'intermédiaire d'une large électrode, avec le fil entrant d'un téléphone dont le fil sortant est relié à la pointe de platine. D'autre part, l'électrolyte et la pointe de platine sont reliés au circuit dans lequel sont produites des oscillations de faible énergie, par exemple celles qui sont recueillies par une antenne réceptrice de télégraphie sans fil située à une distance assez faible de l'antenne qui transmet les signaux.

On constate, dans de semblables conditions, que chaque train d'ondes produit un son dans le téléphone et que les signaux transmis peuvent être lus *au son*. Il convient d'observer que l'on ne perçoit aucun son lorsque le détecteur est mis hors circuit ou bien est remplacé par un condensateur de capacité quelconque. Si le téléphone est remplacé par un galvanomètre balistique, l'énergie des oscillations étant suffisamment augmentée, il se produit, à chaque train d'ondes, une déviation de l'instrument, toujours dans le même sens, correspondant à un même courant partant de la pointe de platine.

Le détecteur fonctionne dans ce cas comme soupape; les alternances négatives passent librement, tandis que les alternances positives sont arrêtées par le détecteur mais s'écoulent à travers le circuit du téléphone ou du balistique; elles agissent sur ces appareils, puisqu'elles sont toujours de même sens. Le condensateur électrolytique formé par la pointe de platine et le liquide se charge, et a pour effet de régulariser, en quelque sorte, cet écoulement.

(¹) *Congrès international d'Électricité de* 1900 [*Comptes rendus* (volume annexe) p. 289, § IV, Gauthier-Villars, éditeur.] Depuis cette époque, des applications pratiques ont été aussi réalisées, au moyen de ce détecteur, par divers expérimentateurs étrangers : MM. Schlömilch, de Forest, etc.

L'appareil totalise donc d'une certaine manière l'intensité des oscillations positives de chaque train d'ondes.

On remarque, d'autre part, qu'il s'écoule un temps appréciable entre le moment où l'on soumet l'appareil à l'action des oscillations et celui où l'on perçoit un son dans le téléphone. Ce temps paraît être celui qui est nécessaire à la polarisation du contact imparfait.

Le dispositif qui vient d'être décrit est assez peu sensible, bien qu'il permette, par exemple, de lire des signaux à une distance de 20^{km}. On augmente considérablement sa sensibilité en intercalant sur le circuit du téléphone une force électromotrice, de manière que le pôle positif soit relié à la pointe de platine. La sensibilité augmente avec la force électromotrice pourvu que celle-ci soit inférieure à une certaine limite, qui est la valeur de la tension produisant l'électrolyse du liquide. On se place aisément dans les conditions voulues en employant un potentiomètre. Lorsque la tension limite est dépassée, on entend dans le téléphone un bruissement continu qui masque les signaux.

Si le téléphone est remplacé par un balistique, l'énergie des oscillations étant suffisamment augmentée, on observe que chaque train d'ondes est traduit par une déviation de l'instrument de sens contraire à celle qui se produisait dans le cas où il n'y avait pas de force électromotrice en circuit. Le phénomène est donc nettement différent. Il semble pouvoir être expliqué dans ce cas de la manière suivante, l'effet de soupape devenant négligeable : au repos, la force électromotrice mise en circuit a pour effet de créer une force contre-électromotrice de polarisation, et l'instrument n'est traversé que par le courant de dépolarisation spontanée. Le contact de la pointe de platine et du liquide constitue donc un condensateur électrolytique chargé à la tension de la force électromotrice mise en circuit, le diélectrique étant formé par une mince pellicule gazeuse. Les oscillations ont pour effet de décharger ce condensateur, en créant une conductibilité passagère du diélectrique analogue à celle qui est produite dans le fonctionnement des cohéreurs auto-décohérents. Dès que les oscillations ont cessé, la conductibilité cesse également et le condensateur se recharge : c'est le courant de charge, qui se produit à ce moment, que l'on perçoit dans le téléphone ou le balistique. Il est plus ou moins intense suivant que la décharge a été plus ou moins complète.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Sur le phénomène de Majorana.* Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

Majorana a découvert en 1902 la propriété très curieuse que possèdent *certaines* « solutions » d'hydroxyde de fer de se comporter dans un champ magnétique uniforme comme un corps cristallin uniaxe positif ou négatif, dont l'axe serait parallèle aux lignes de force du champ. Lorsqu'un rayon se propage normalement à ces lignes, les deux composantes parallèle et perpendiculaire au champ de la vibration subissent une certaine différence de marche. On ne connaissait jusqu'ici aucune autre substance que l'oxyde ferrique possédant cette propriété. Schmauss avait fait la remarque importante que tous les liquides actifs étaient colloïdaux; mais les diverses solutions colloïdales d'hydroxyde de fer présentent entre elles à ce point de vue d'énormes différences inexpliquées. De plus, une question importante se rattachant aux lois du phénomène lui-même restait sans réponse.

Nous avons cherché à combler ces lacunes et nous avons étudié simultanément les propriétés magnéto-optiques à l'aide d'un appareil que nous décrirons ailleurs, et la structure même de ces liquides qui renferment comme les autres solutions colloïdales des grains ultramicroscopiques.

Étude du vieux fer Bravais. — Cette préparation commerciale a servi presque exclusivement aux recherches faites jusqu'ici sur la biréfringence magnétique que les échantillons très anciens présentent avec une grande netteté. Avec un liquide datant de 1882, nous avons d'abord retrouvé les résultats déjà connus, en particulier l'inversion que signale Majorana. Les résultats suivants sont nouveaux :

1° Si l'on filtre le liquide sur une paroi de collodion (Malfitano), le liquide qui n'a pas traversé la membrane présente une biréfringence magnétique énorme; le liquide incolore qui a passé est tout à fait inactif. On a donc là une preuve directe que le phénomène est lié à la présence des granules.

2° Si on laisse reposer le liquide plusieurs mois dans le flacon qui le contient, on trouve qu'il devient plus opaque à la partie inférieure. En prélevant alors des échantillons au fond et à la surface, on trouve que la biréfringence magnétique est nettement plus grande dans le premier cas. Les grains sont donc relativement gros puisqu'ils tombent. On les voit, en effet,

sans difficulté; ils sont pourtant encore ultramicroscopiques et animés de mouvements browniens très vifs.

3° Les liquides coagulés sont inactifs (Majorana), mais nous avons trouvé que, si l'on produit la *coagulation en présence du champ magnétique*, le résultat est différent : si l'on ajoute, avec certaines précautions, la solution saline coagulante au liquide placé dans le champ, la biréfringence subsiste et même elle ne disparaît plus complètement quand on supprime le courant ([1]).

4° Les expériences faites jusqu'ici sur la biréfringence magnétique indiquaient que les indices de réfraction des vibrations parallèles ou perpendiculaires au champ deviennent différents lorsque le liquide est placé dans un champ magnétique; elles ne permettaient pas de dire comment l'établissement du champ agit sur chacun de ces indices considéré isolément. Le changement, par exemple, pouvait ne porter que sur l'un d'eux, l'autre restant inaltéré, comme il arrive dans le cas de la biréfringence électrique de Kerr. Nous avons pu répondre à cette question par l'expérience directe suivante :

Une petite cuve en forme de prisme creux est remplie de liquide actif et disposée entre les pièces polaires de l'électro-aimant. On regarde à travers le prisme l'image d'une fente éclairée par une source monochromatique intense. On voit la raie se dédoubler nettement en deux composantes polarisées à angle droit lorsqu'on lance le courant dans l'électro-aimant. *Les deux composantes se disposent l'une à droite, l'autre à gauche de la raie primitive, mais dans une position dissymétrique par rapport à celle-ci.* Les vibrations parallèles aux lignes de force subissent en effet une diminution d'indice à peu près double de l'accroissement qu'éprouvent les vibrations perpendiculaires.

Il importait d'obtenir d'autres liquides qu'un produit commercial mal défini, jouissant de cette curieuse propriété de la biréfringence magnétique. Nous indiquerons ailleurs comment on peut préparer des solutions colloïdales d'hydroxyde de fer soit négatives avec inversion, soit simplement positives. Quelques-unes de ces dernières sont assez actives pour que nous ayons pu refaire avec elles l'expérience du prisme ([2]). Nous ferons con-

---

([1]) Schmauss fixait de même la biréfringence par dessiccation dans le champ ou par addition de gélatine.

([2]) Avec ces liquides positifs, les deux raies polarisées se disposent en ordre inverse, mais celle qui correspond aux vibrations parallèles au champ est encore la plus écartée de la raie primitive.

naître prochainement leurs propriétés. Nous montrerons en même temps l'existence de liquides autres que les hydroxydes de fer colloïdaux devenant biréfringents dans un champ magnétique.

ACOUSTIQUE. — *Sur un mégaphone.* Note de MM. G. **Laudet** et L. **Gaumont**, présentée par M. J. Violle.

Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un appareil amplificateur du son, dont le principe imaginé par l'un de nous il y a déjà plusieurs années, et breveté le 6 décembre 1902, a été énoncé depuis et appliqué par M. Porter (¹) d'une manière peu différente.

Ce principe consiste à transmettre les vibrations, dont il s'agit d'amplifier l'intensité acoustique, à une flamme convenablement agencée.

Nos premiers essais portèrent sur la voix humaine qui acquérait ainsi une intensité remarquable. Mais, pour mettre hors de conteste l'action amplificatrice de la flamme, nous avons préféré l'appliquer à une source d'intensité mécaniquement déterminée, ainsi que l'a fait d'ailleurs M. Porter.

Notre *mégaphone* se compose :

1° D'un distributeur équilibré destiné à régler les quantités de mélange à brûler;

2° D'un système de brûleur permettant d'allumer les gaz dans une chambre de combustion.

L'appareil que nous présentons aujourd'hui est disposé pour permettre l'amplification des sons de toute nature, enregistrés sur les phonogrammes plats ou disques ordinaires du commerce.

Les gaz employés dans ce type d'appareil sont : l'air et l'acétylène.

L'appareil distributeur se compose d'une chambre A, dans laquelle on introduit par un conduit B le mélange combustible sous pression.

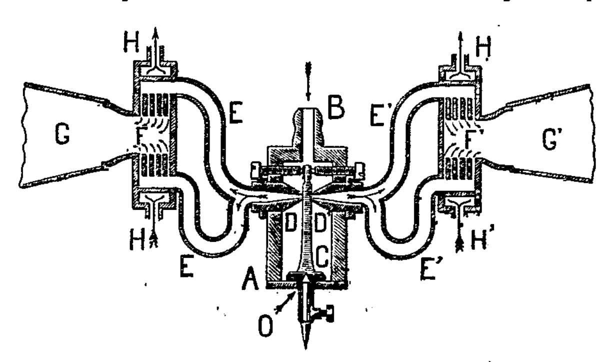
Une palette C articulée sur couteaux, au point O, est montée sur le fond de la chambre A. L'étanchéité est assurée au point O par une rondelle élastique.

Tout mouvement communiqué au style se trouve donc transmis à la palette C, à l'intérieur du distributeur.

(¹) T.-C. Porter, *Philosophical Magazine*, t. VII, mars 1904, p. 283 (Mémoire lu le 11 décembre 1903).

De chaque côté de la pièce C, des orifices DD′ laissent écouler les mélanges gazeux en quantités respectivement égales, tant que la pièce C est immobile.

Chaque déplacement de cette pièce augmente la quantité de gaz qui s'écoule d'un côté, en diminuant celle qui s'écoule de l'autre, de sorte que la quantité totale du



mélange utilisé à chaque instant est constante, la pression à l'intérieur de la chambre est toujours la même et l'appareil parfaitement équilibré.

Les gaz sont recueillis et conduits aux brûleurs par une série de conduits EEE′E′.

Les brûleurs sont constitués par une série de lamelles refroidies par un courant d'eau HH′; les gaz sont détendus et ramenés à une température telle que la combustion a toujours lieu dans la chambre FF′, destinée à cet objet et exactement au point où les gaz sortent des orifices du brûleur, ce qui est une condition essentielle de bonne marche.

Deux pavillons GG′ complètent l'appareil, dont la puissance est frappante.

On peut comburer, dans les brûleurs, des gaz dont les quantités auront été réglées par tout autre procédé que par le distributeur qui vient d'être décrit; la puissance des sons obtenus est toujours fonction des quantités de mélange employées et de l'énergie déployée pendant leur combustion.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur l'état de la matière au voisinage du point critique.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Jean Lecarme**, présentée par M. H. Moissan.

On n'est pas d'accord sur le phénomène qui s'opère quand on chauffe un liquide en tube scellé à la température critique.

Cagniard-Latour croyait que la totalité du liquide était alors transformée en vapeur. Cette interprétation a été admise dans la suite, par Andrews (¹) et, plus récemment

(¹) *Ann. Chim. Phys.*, 4e série, t. XXI, 1870, p. 208.

encore, par Villard [1]. Mais elle n'a pas été partagée par tous les physiciens. Ramsay [2], Jamin [3], Cailletet et Colardeau [4], etc., pensent, au contraire, qu'à la température critique, une partie de la matière existe encore à l'état liquide; elle se mélangerait avec la vapeur soit parce que les deux fluides auraient la même densité, soit parce qu'ils seraient devenus solubles l'un dans l'autre en toutes proportions.

MM. Cailletet et Colardeau appuient leur manière de voir notamment sur l'expérience suivante : ils liquéfient du gaz carbonique dans un tube étroit contenant une trace d'iode; le métalloïde se dissout et le liquide se colore en rose. Ils chauffent ensuite le tout au-dessus de + 31°, température critique de l'anhydride carbonique. La limite de séparation des deux phases, liquide et gazeuse, disparaît, comme s'il n'y avait que de l'anhydride carbonique, mais la coloration rose persiste dans toute la partie du tube qui était d'abord occupée par la solution. MM. Cailletet et Colardeau n'ont pas observé de coloration dans la partie supérieure, de sorte que, d'après eux, la surface seule du liquide disparaît, mais non le liquide lui-même. L'examen au spectroscope confirmerait d'ailleurs cette supposition, car il donne le spectre ordinaire de l'iode en dissolution et non le spectre cannelé de l'iode en vapeur.

M. Villard a reproduit et complété cette expérience, mais il en donne une interprétation tout à fait différente. D'après ce physicien, la façon dont se comporte la solution carbonique d'iode ne permettrait pas d'infirmer l'existence, au-dessus du point critique, d'un fluide unique et parfaitement homogène; l'iode est soluble dans l'anhydride carbonique gazeux et si, dans le tube de MM. Cailletet et Colardeau, la coloration rose ne s'est pas répandue dans toute la hauteur c'est parce que la diffusion n'a pas eu le temps de s'accomplir. Quant à l'absence de cannelures dans le spectre elle ne permettrait pas de conclure à la persistance de l'état liquide au delà du point critique, car un mélange de vapeur d'iode avec du gaz carbonique comprimé, même au-dessous de sa pression critique, ne donne pas de spectre cannelé.

La solubilité des solides dans les gaz et dans les vapeurs ne saurait plus faire de doute aujourd'hui; à ce point de vue, les expériences de M. Villard sont même tout à fait démonstratives.

Dans les tubes à anhydride carbonique, l'iode doit donc se répartir, suivant un certain coefficient de partage, entre la partie liquide et la partie gazeuse. Si, au voisinage de la température critique, ce coefficient se rapproche de l'unité, la concentration en métalloïde devient à peu près égale dans les deux couches dont la différence d'état cesse alors d'être révélée par une différence de couleur.

Nous avons été plus heureux en nous servant du bichromate de potas-

---

(1) *Journal de Physique,* 3e série, t. III, 1894, p. 441.

(2) *Proceedings Roy. Soc.,* t. XXX, 1880, p. 323, et t. XXXI, 1880, p. 194.

(3) *Comptes rendus,* t. XCVI, 1883, p. 1448.

(4) *Ann. Chim. Phys.,* 6e série, t. XVIII, 1889, p. 269.

sium dissous dans l'eau distillée et de l'alizarine dissoute dans l'alcool absolu.

Si l'on chauffe un tube scellé, bien exempt d'air, renfermant moins d'un tiers de son volume de l'une des solutions ci-dessus mentionnées, il y a vaporisation totale de l'eau ou de l'alcool un peu avant la température critique et le corps solide se dépose tout entier au fond du tube. Ceci montre déjà qu'au voisinage du point critique le corps solide n'est pas volatil, ni soluble dans la vapeur du dissolvant, au moins d'une manière notable.

Si l'on répète maintenant l'expérience avec un tube rempli au tiers, on assiste au phénomène du point critique : le niveau du liquide varie très peu et, à partir d'une certaine température [1], le ménisque s'aplatit, puis disparaît. Tout le tube semble alors rempli d'un fluide unique animé de mouvements tourbillonnaires. La matière colorante qui, jusque-là, était restée confinée presque entièrement dans la partie liquide, se répand peu à peu jusqu'au sommet du tube et, après quelque temps de chauffage, le fluide est uniformément coloré. On peut dépasser la température critique, par exemple, d'une vingtaine de degrés, le bichromate ou l'alizarine restent dissous.

Au refroidissement on voit apparaître un brouillard, puis une véritable pluie qui entraîne, dès le début, presque toute la matière colorante. Un très faible abaissement de température suffit pour provoquer la séparation des substances contenues dans le tube en une couche inférieure liquide et d'un rouge intense et une couche supérieure gazeuse et sensiblement incolore.

L'expérience est difficile à réussir avec l'eau et le bichromate, à cause des explosions, mais on la réalise très commodément avec la solution alcoolique d'alizarine. C'est vers 240° à 250°, suivant la concentration, qu'a lieu, dans ce cas, la disparition du ménisque. Pour l'alcool seul, la température critique est + 233°.

Il semble donc qu'au voisinage de la température critique, aussi bien un peu au-dessus de cette température qu'au-dessous, la matière existe à la fois à l'état liquide et à l'état gazeux.

Dans le cas d'une substance unique, de l'eau ou de l'alcool, par exemple, il y aurait dans le tube, non pas simplement une couche de liquide pur et une couche de vapeur pure, mais une couche de solution de vapeur dans

---

(1) D'autant supérieure à la température critique du dissolvant que la solution est plus concentrée. Par exemple 7° pour l'alizarine à 5 pour 100.

le liquide et une couche de solution de liquide dans la vapeur. Cette dernière sans doute beaucoup moins concentrée relativement que la précédente.

Avec la température et proportionnellement à la pression, s'élèveraient la solubilité de la vapeur dans le liquide et le pouvoir dissolvant de cette vapeur pour le liquide. On arriverait ainsi, peu à peu, jusqu'à la température critique à laquelle la densité des deux couches serait identique. Mais, notablement encore au-dessus de cette température, il subsisterait une partie de la matière sous la forme liquide.

Cette interprétation, conforme aux théories liquidogéniques, permettrait de comprendre aisément l'augmentation extraordinaire du coefficient de dilatation de la couche liquide au voisinage de la température critique et la conservation du pouvoir dissolvant pour les solides, même au delà de cette température.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur différents états d'oxydation de la poudre d'aluminium.* Note de M. **Kohn-Abrest**, présentée par M. Brouardel.

Au cours de recherches entreprises sur les affinités chimiques de l'aluminium ([1]) j'ai été amené à étudier la fixation directe de l'oxygène sur ce corps. Cette fixation donne lieu à plusieurs observations intéressantes.

Lorsqu'on chauffe de l'aluminium en poudre en contact avec l'air dans une nacelle, à des températures rigoureusement mesurées et pendant des intervalles de temps bien déterminés, on constate que les quantités d'oxygène fixées varient suivant le mode opératoire. C'est ainsi que la vitesse du courant d'air exerce une influence des plus marquées sur la température où se produit la fixation maxima d'oxygène sur le métal et sur la grandeur de cette fixation. J'aurai l'occasion de revenir sur les différents cas qu'il y a lieu d'envisager. Dans cette Note j'indiquerai seulement les faits qu'on observe lorsqu'on chauffe l'aluminium en poudre dans un tube ouvert à ses deux extrémités.

Dans un tube en fonte chauffé électriquement ([2]) on introduit une nacelle en porcelaine renfermant de l'aluminium en poudre; la température du milieu de l'enceinte est mesurée au moyen du pyromètre Le Chatelier.

Au cours d'une première série d'expériences où chaque nacelle est restée 10 minutes

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, t. XXXI, 1904, p. 232.

([2]) *Ibid.*, t. XXXIII, 1905, p. 121.

dans le tube chauffé, j'ai constaté que l'oxydation ne devenait sensible qu'à partir de 400°; elle augmente ensuite lentement et régulièrement jusqu'à 625°. Entre 625° et 750°, l'oxydation reste constante. Elle augmente très rapidement à partir de 800°. Cette oxydation atteint vers 1000° son maximum. A partir de ce point, elle reste de nouveau constante jusqu'à 1200°, température que je n'ai pas dépassée dans ces recherches.

La matière primitivement brillante se ternit à partir de 500°, elle prend un aspect métallique irisé puis gris bleu, qu'elle conserve jusque vers 825°. A partir de cette température elle devient plus ou moins grise et perd son aspect métallique. Il faut, en outre, faire remarquer qu'entre 625° et 750°, températures pendant lesquelles la valeur de l'oxydation reste constante pour la première fois, la masse pulvérulente renferme d'assez nombreux globules métalliques dont la composition ne m'est pas encore connue. Ces globules ne se forment plus lorsqu'on introduit les nacelles dans un tube chauffé à plus de 850°.

Dans une deuxième série d'expériences, j'ai maintenu le chauffage pendant des temps plus prolongés, et j'ai constaté que la fixation maxima d'oxygène s'effectue en un espace de 1 heure environ lorsque le tube où l'on introduit la nacelle est chauffé à 1000°; et dans ce cas l'augmentation de poids correspond à 59 pour 100 d'oxygène. La matière obtenue se présente sous l'aspect d'une substance gris perle homogène, sans globules, ni parcelles métalliques visibles, elle décompose l'acide chlorhydrique avec effervescence.

J'ai vérifié qu'en chauffant pendant 3 heures la nacelle à 1000°, la valeur de l'augmentation ne subissait aucun changement appréciable, ce qui n'est pas le cas pour les températures inférieures; de plus, on constate qu'en soumettant la poudre pendant 1 heure à un chauffage progressif de 500° à 1050°, l'augmentation correspondait également à environ 59 pour 100.

Je ferai remarquer, sans vouloir faire d'autres déductions pour le moment, que l'augmentation de 59 pour 100 correspond très sensiblement à un sous-oxyde de formule AlO. Je cherche à l'heure actuelle à faire des sels du corps obtenu et caractériser, s'il y a lieu, un pareil sous-oxyde. D'autres expériences sur lesquelles je reviendrai prochainement m'ont montré qu'on peut réaliser, à d'autres températures et sous certaines conditions, des fixations d'oxygène dont la valeur correspondrait à des sous-oxydes Al^4O^3 et peut-être Al^2O [1]. J'espère avoir l'occasion de donner à ce sujet des renseignements plus précis [2].

---

(1) M. Pionchon (*Comptes rendus*, t. CXVII, 1893, p. 328) a constaté de son côté que la combustion ménagée de l'aluminium donnait une substance grise, mélange d'alumine, de métal libre et d'un sous-oxyde qui serait Al^6O^7 d'après son mode d'attaque par l'acide chlorhydrique.

(2) La poudre d'aluminium employée renferme environ 1,4 de matière grasse, 0,5 de fer et 0,6 de silicium.

MÉTALLURGIE. — *Influence de la fragilité de l'acier sur les effets du cisaillement, du poinçonnage et du brochage dans la chaudronnerie.* Note de M. **Ch. Frémont**, présentée par M. Maurice Levy.

Le cisaillement, le poinçonnage et le brochage, d'après des expériences faites il y a plus de 30 ans [1], passent pour altérer notablement la qualité de l'acier; c'est pourquoi les Cahiers des charges pour constructions de chaudières, de ponts, etc., proscrivent le brochage et ne tolèrent le poinçonnage qu'à la condition d'enlever à la périphérie du trou poinçonné la zone écrouie, sur une largeur de 2^{mm} pour les aciers de ponts et de 3^{mm} pour les aciers de chaudières.

Cependant certains constructeurs étrangers fabriquent des chaudières fixes et même des chaudières de locomotives, en poinçonnant l'acier au diamètre définitif du trou, par conséquent sans faire disparaître la zone écrouie; et il ne paraît pas que ces chaudières se comportent plus mal en service et donnent lieu de ce chef à plus d'avaries que les autres.

J'ai pensé que cette divergence d'opinion tenait à la qualité des aciers auxquels on avait eu affaire et que le danger ou l'innocuité du poinçonnage et du brochage dépendaient en réalité de la fragilité ou de la non fragilité du métal, qualité dont on ne tenait pas compte à l'époque des essais ci-dessus signalés.

Pour élucider cette question, j'ai pris trois tôles d'acier extra dur, d'une résistance à la rupture de 40^{kg} et d'un allongement de 25 à 30 pour 100 sur une longueur utile de 20^{cm}; deux de ces tôles, A et B, sont fragiles; à l'essai au choc sur barrettes 10×8 entaillées d'un trait de scie, la résistance vive de rupture est, pour A, de 2^{kgm} et pour B, de 6^{kgm}. La troisième tôle n'est pas fragile, sa résistance vive est de 25^{kgm} à 28^{kgm}.

Dans ce choix d'échantillons de tôles, j'ai évité toute exagération ; en effet il y a des chaudières en service dont les tôles sont malheureusement plus fragiles que les tôles A et B et il est facile d'obtenir des tôles en acier doux ordinaire au carbone, ayant une résistance vive supérieure à celle de la tôle C.

Dans chacune des tôles fragiles A et B j'ai percé :

1° Un trou au foret de 30^{mm} de diamètre ;

2° Un trou au poinçon de 25^{mm} de diamètre et j'ai alésé la périphérie sur une zone de 3^{mm} de largeur;

---

(1) M. Sharp, *Institution Naval Architects,* avril 1868. — M. Barba, *Étude sur l'emploi de l'acier*. Paris, 1875.

3° Un trou au poinçon de 25^{mm} de diamètre avec une contre-matrice de 25^{mm},5; ce jeu minimum dans la matrice produisant le maximum d'altération du métal.

Dans la tôle non fragile C j'ai poinçonné comme ci-dessus deux trous de 25^{mm} de diamètre et à la broche j'ai agrandi un de ces trous jusqu'au diamètre de 30^{mm}.

Je n'ai pas cru utile de faire des essais de brochage dans les tôles fragiles, les essais de poinçonnage ayant déjà donné de mauvais résultats; et je n'ai pas fait d'essais avec trous forés ou alésés dans l'acier non fragile.

J'ai pris tangentiellement à ces trous des éprouvettes de 10 × 8 que j'ai essayées au choc, les unes entaillées d'un trait de scie, pour constater la fragilité ou la non fragilité du métal, et les autres non entaillées, pour évaluer l'influence de la zone écrouie à la périphérie du trou.

Dans les deux cas, c'est naturellement la face tangente à l'intérieur du trou qui a été mise en tension dans l'essai de choc.

J'ai multiplié les essais pour la tôle non fragile C, étant donnée l'importance des résultats obtenus.

Résultats des essais au choc sur éprouvettes 10 × 8.
(*Travail en kilogrammètres*).

	Non entaillées.			Entaillées.		
	A.	B.	C.	A.	B.	C.
Métal initial	20	26	50	2	6	28
Métal à la périphérie du trou *foré*	18	26		2	8	
Métal » *alésé* après poinçonnage	20	22		4	4	
Métal » *poinçonné*	6	8	38 45 45	3	3	28 25 27
Métal » *poinçonné et broché*			24 23 23 24			17,5 19 18 17,5

On constate dans tous les cas le manque de résistance vive dans le métal initialement fragile.

On constate la *non fragilité, même après poinçonnage et brochage dans la tôle non fragile*, la diminution de la résistance vive constatée, surtout après brochage, provenant de ce qu'une partie de la résistance vive initiale a été absorbée par le travail mécanique du poinçonnage et du brochage, mais que la résistance vive résiduelle est de beaucoup supérieure à celle des tôles fragiles même avec trous forés.

La faute grave n'est donc pas tant de poinçonner et de brocher, que d'employer du métal fragile, car le métal fragile, même travaillé suivant

les règles les plus rigoureuses de l'art, est toujours dangereux et le métal non fragile est toujours sûr, malgré les dérogations aux prescriptions qui peuvent se produire accidentellement et se produisent en réalité presque toujours dans la pratique de la chaudronnerie.

MÉTALLURGIE. — *Modification de la qualité du métal des rivets par l'opération du rivetage*. Note de M. **Charpy**, présentée par Alfred Picard.

La Note présentée par M. Frémont à l'Académie dans la séance du 3 juillet 1905 sur la modification de la qualité initiale du fer et de l'acier employés à la fabrication des rivets après que ceux-ci ont été posés à chaud pourrait conduire à admettre que l'opération du rivetage *améliore* la qualité du métal des rivets. En raison des conséquences qu'une conclusion de ce genre peut avoir au point de vue de la construction mécanique, il ne paraît pas inutile d'attirer l'attention sur ce que cette *amélioration* ne se présentera que dans le cas où la qualité initiale du fer ou de l'acier employés pour les rivets sera défectueuse ou du moins sensiblement inférieure à ce qu'elle aurait pu devenir après un traitement judicieux.

Si l'on considère par exemple l'acier doux, on sait que ce métal acquiert le maximum de propriétés par un refroidissement brusque, à partir d'une température élevée, c'est-à-dire que par ce traitement on peut à la fois augmenter légèrement la résistance à la traction et diminuer considérablement la fragilité. Au contraire, les recuits à température relativement basse ou le refroidissement très lent, à partir d'une température élevée, donnent des métaux dans lesquels la résistance à la traction est minimum alors que la fragilité peut devenir considérable.

Par ces simples modifications de traitement thermique, la résilience, ou résistance vive à la rupture sur barreau entaillé peut varier, pour un même métal, dans le rapport de 1 *à 40 et même davantage*.

Entre ces deux cas extrêmes on peut obtenir tous les états intermédiaires, quand on fait varier la température initiale de chauffage et la durée de ce chauffage, la vitesse de refroidissement, et surtout quand on superpose aux variations de température un travail mécanique plus ou moins énergique.

Dans le cas du rivetage, les circonstances du traitement subi par le métal sont à peu près définies par les conditions du travail à exécuter. On aura toujours un chauffage au rouge vif, peu prolongé, suivi d'un refroidisse-

ment moyennement rapide au contact des corps à river et accompagné d'un travail mécanique modéré.

Ces conditions conduisent à des qualités supérieures à celles que l'on obtient après un recuit prolongé à plus ou moins haute température ou après un chauffage suivi d'un refroidissement lent, mais elles sont notablement inférieures à celles que l'on obtiendrait en chauffant rapidement le métal à une température élevée pour le refroidir ensuite brusquement.

Il semble donc que, pour exprimer l'influence du rivetage sur la qualité du métal, on devra dire que, suivant l'état initial sous lequel on prendra le métal à rivets, on obtiendra par le rivetage soit une amélioration, soit une détérioration, ou encore que, parmi tous les états sous lesquels on peut amener un métal par des traitements différents, celui qui est produit par le travail du rivetage n'est pas le plus défectueux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la spartéine.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons communiqué, dans quelques Notes récentes, une série de nouveaux faits relatifs à la spartéine et intéressant directement sa constitution. Rapprochés des travaux et des remarques de divers auteurs sur le même sujet, ils sont de nature à éclairer dans ses grandes lignes la structure de cet alcaloïde. Le moment nous paraît donc venu de tenter d'exprimer par une formule de structure l'état actuel de la question.

Dans ce qui va suivre, nous présenterons les faits d'après l'ordre logique, sans nous inquiéter, en aucune manière, de l'ordre historique.

1° La spartéine, d'après sa composition centésimale et son poids moléculaire, répond à la formule brute $C^{15}H^{26}Az^2$ (Stenhouse, Mills, Ch. Moureu et A. Valeur).

2° Elle possède les caractères d'une diamine bitertiaire (Mills, Ch. Moureu et A. Valeur).

3° L'étude de ses iodométhylates et de ses iodhydrates d'iodométhylates conduit à admettre que, dans la molécule de spartéine, les deux atomes d'azote sont équivalents et occupent des positions symétriques l'un par rapport à l'autre (Ch. Moureu et A. Valeur).

4° La décomposition par la chaleur, suivant la méthode classique d'Hofmann, des hydrates de méthylspartéinium, diméthylspartéinium et triméthylspartéinium, donnant successivement naissance à la méthylspartéine $C^{15}H^{25}Az^2CH^3$ et à la diméthylspartéine $C^{15}H^{24}Az^2(CH^3)^2$, qui sont deux bases tertiaires non saturées, et finalement, avec mise

en liberté de triméthylamine, à l'hémispartéilène $C^{15}H^{23}Az$, qui est une base monoazotée et d'ailleurs également tertiaire et non saturée (Ch. Moureu et A. Valeur), prouve que l'azote concourt par ses trois valences à la formation d'un noyau bicyclique tel, par exemple, que le suivant :

```
          CH
         /|\
  CH²/  CH²  \CH²
  |      |      |
  CH²\  CH²  /CH²
         \|/
          Az
```

et dans lequel le nombre des sommets et la nature des groupements carbonés qui les occupent restent seuls à déterminer. Comme, d'autre part, les deux atomes d'azote sont en position symétrique, il est clair que la molécule doit posséder deux noyaux bicycliques identiques.

5° Contrairement à ce qu'ont annoncé MM. R. Wackernagel et R. Wolffenstein (*Berichte*, t. XXXVII, p. 3242), MM. Willstätter et Marx ont observé que la spartéine ne donne que très péniblement, avec un copeau de sapin imbibé d'acide chlorhydrique, la réaction colorée propre aux composés pyrrholiques, même sous l'action d'une forte surchauffe. Loin de faire de la spartéine, comme les deux auteurs précités, un méthylène-dinortropane, MM. Willstätter et Marx n'admettent pas, en tout cas, que cet alcaloïde soit un dérivé du tropane.

Le mode de liaison de l'azote, tel qu'il est établi par l'application que nous avons faite de la méthode d'Hofmann, permet d'écarter définitivement l'hypothèse de MM. Wackernagel et Wolffenstein.

Admettons donc que la spartéine ne possède point de chaîne pyrrholique. Dès lors, l'hypothèse la plus naturelle est de considérer que le schéma ci-dessus, formé de deux chaînes pipéridiques fusionnées par quatre sommets communs, répond à l'un des deux noyaux bicycliques de la spartéine. La formule étant symétrique, le second azote sera naturellement le pivot d'un double noyau identique. On pourra donc écrire la spartéine sous la forme $(C^7H^{12}Az)CH^2(C^7H^{12}Az)$, chaque résidu monovalent $C^7H^{12}Az$ ayant la structure représentée par le susdit schéma.

6° Il reste à fixer la position du groupe CH^2 par rapport aux doubles noyaux.

Nous rapprocherons à cet égard l'existence, établie par nous, de deux iodométhylates de spartéine isomériques dans l'espace, et celle d'isomères semblables rencontrés par M. Scholtz dans l'étude de la conicine (*Berichte*, t. XXXVII, p. 3627).

On sait que, dans cet alcaloïde de la ciguë, lequel est optiquement actif et se trouve identique à la propylpipéridine α, le carbone asymétrique porte le groupe propyle et se trouve situé en position ortho par rapport à l'azote. Si l'on remplace l'hydrogène du groupe AzH par un résidu alcoolique, soit C^2H^5, et qu'on fixe ensuite sur la base tertiaire ainsi formée un iodure alcoolique à résidu carboné différent, tel que l'iodure de benzyle $ICH^2—C^6H^5$, on obtient deux iodures d'ammonium quaternaires isomériques. Les alcoylconicines et les alcoylconhydrines sont les seuls alcaloïdes qui, jusqu'ici, aient présenté ces phénomènes d'isomérie; de telle sorte que l'orthosubstitution, par rapport à l'azote, semble nécessaire.

Il est naturel d'admettre que l'existence de deux iodométhylates de spartéine isomériques dans l'espace tient à une cause semblable, et nous sommes alors conduits à placer le groupe méthylène, dans la spartéine, en position ortho par rapport aux azotes. La constitution de l'alcaloïde sera alors représentée par la formule suivante, où chaque atome d'azote est uni à un carbone asymétrique :

```
            CH                              CH
           /|\                             /|\
    CH²/  CH²  \CH²                CH²/  CH²  \CH²
      |    |    |                    |    |    |
    CH²\  CH²  /CH — CH² — CH\  CH²  /CH²
           \|/                             \|/
            Az                              Az
```

Cette formule, caractérisée par la présence de deux noyaux azotés bicycliques en position symétrique, est en accord complet avec quelques autres faits ou remarques dus à divers auteurs, notamment à MM. Willstätter et Marx, à MM. Herzig et Meyer et à nous-mêmes. Nous la donnons d'ailleurs sous toutes réserves, nous proposant de la discuter longuement dans un autre Recueil, et de la soumettre au contrôle de nouvelles expériences.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Oxydases chimiques.* Note de M. G. **Baudran**, présentée par M. Brouardel.

Précédemment, nous avons étudié l'action du permanganate de calcium sur les alcaloïdes, les toxines, la tuberculine. A côté de ce sel, cédant facilement son oxygène, viennent se placer d'autres corps plus simples qu'on pourrait appeler *oxyphores*. Nous les dénommons ainsi pour les distinguer des oxydases végétales ou animales, qui renferment toujours de l'azote dans leur constitution (laccase, 0,40 pour 100). Mais, comme pour celles-ci, il y a non seulement une réaction immédiate, mais encore pérennité d'action, surtout à 37°. L'oxygène emprunté à l'air, se transportant sur le gayacol, le transforme en tétragayacoquinone, et ceci d'une façon définitive, aussi régulière qu'avec une cytase vraie. Nous les décrirons dans l'ordre de leur groupement atomique. Ceux de la première catégorie que nous avons étudiés sont tous monoatomiques : chlore, brome, iode.

Chlore. — Nous avons pris l'eau chlorée renfermant $6^{g},850$ de chlore par litre d'eau. La dilution fut telle qu'elle représentait 1^{g} de chlore pour 100000 parties d'eau. A

cette extrême limite la réaction est encore sensible et se produit instantanément, même et surtout à froid. L'eau gayacolée, réactif de M. Bertrand, se colore immédiatement en rouge vineux, le pyramidon en rose, la teinture de résine de gayac en bleu.

Brome. — Dans les mêmes conditions, la solubilité du brome étant de $\frac{1}{30}$, la réaction est perceptible à $\frac{1}{5000000}$.

Iode. — Ce corps est peu soluble dans l'eau, $\frac{1}{7000}$. Le terme extrême est de $\frac{1}{7000000}$.

A ces doses infinitésimales, non seulement l'eau gayacolée est impressionnée, mais les toxines et autres alcaloïdes sont convertis en corps qui neutralisent et annihilent les toxines elles-mêmes ou les alcaloïdes. Cette modification semble expliquer l'immunisation atteinte par leur présence, en vue d'obtenir les sérums anti. Il y a ici production de corps aromatique. Ce serait également la raison d'être de la liqueur de Gram, qui contient 3,3 pour 100 d'iode, plus une certaine quantité d'iodure de potassium, 6,6 pour 100, dont l'action vient s'ajouter ainsi que nous le dirons tout à l'heure.

Comme conséquence de ce qui précède, le trichlorure d'iode devait réunir les deux effets. Nous avons constaté que sa sensibilité était de un millionième, supérieure à la somme des actions composantes prises individuellement. La raison tient à ce que le milieu est très faiblement acide, ce qui le rend particulièrement favorable.

Ces trois métalloïdes sont donc des convoyeurs d'oxygène puissants, à condition de ne pas élever la température. Leur activité est inversement proportionnelle à leur affinité pour l'hydrogène.

Des cobayes peuvent recevoir impunément la dose mortelle de strychnine (1^{mg} pour 250^{g} d'animal), si cet alcaloïde a été soumis pendant 24 heures à l'action du trichlorure d'iode ou de la liqueur de Gram à 37°.

Si maintenant, nous étudions les sels alcalins ou alcalino-terreux des hydracides, HCl, HBr, HI, nous remarquons que, pour des solutions à 5 pour 1000, le même ordre doit être conservé. Les sels alcalino-terreux se sont montrés légèrement plus actifs que les sels alcalins. L'ordre est le suivant, par croissance : chlorures, bromures, iodures.

L'eau physiologique ou sérum chirurgical donne presque instantanément la réaction. Quand il y a addition d'un antiseptique tel que l'acide phénique, le phénomène ne se produit plus.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les variations de la fonction basique dans les sels de chrome.* Note de M. **Albert Colson.**

Pour expliquer l'insensibilité aux réactifs d'un pentasulfate chromique normalement préparé, j'ai admis que l'oxyde vert précipité de l'alun de chrome est un oxyde condensé par perte d'eau

$$2Cr(OH)^3 = H^2O + O : Cr^2(OH)^4.$$

S'il en est ainsi, un acide faible monobasique donnera avec cette base un

dérivé de forme $O:Cr^2X^4$ et non pas le sesquisel Cr^2X^6, pourvu que l'acide soit étendu d'eau. C'est en effet ce qui se passe quand on laisse digérer 1^{mol} de cet oxyde avec 6^{mol} d'acide acétique étendu et froid. A la longue, on obtient une dissolution violette qui renferme en apparence un acétate normal, mais qui contient en réalité $\frac{1}{3}$ de l'acide acétique à l'état libre. Je l'ai constaté :

1° En évaporant la solution violette dans le vide sur P^2O^5, il se dépose des paillettes amorphes qui ont finalement pour composition

$$O : Cr^2(C^2H^3O^2)^4, 2H^2O$$

(Mat. 383^{mg}; Cr 101; $C^2H^4O^2$ 235).

2° En ajoutant à la dissolution initiale successivement 2^{mol} de KOH, chacune d'elles dégage $14^{Cal},3$ comme elle le ferait au contact d'acide acétique libre; tandis que l'addition d'une troisième molécule KOH ne dégage plus que $6^{Cal},7$.

3° 1^{mol} d'oxyde chromique vert en contact avec 5^{mol} d'acide acétique fournit une dissolution violette semblable à la précédente et contenant 1^{mol} d'acide libre d'après mes expériences. J'ai corroboré ces preuves chimiques par la cryoscopie :

La solution hexacétique donne un abaissement moléculaire de	0°,63
La solution pentacétique	0,415
Le tétracétate en solution violette	0,21

Ces nombres, qui sont dans le rapport 1, 2 et 3, signifient que dans le tétracétate il existe 4^{mol} acétiques associées par le chrome et que 1^{mol} de ce composé abaisse le point de fusion de la même quantité que 1^{mol} d'acide acétique dissous.

Ceci est important au point de vue de la cryoscopie; mais il y a autre chose. Dans cet acétate l'oxyde de chrome n'est pas immédiatement déplacé par la potasse nécessaire. Vers 0° la liqueur reste limpide plusieurs jours, à 20° pendant quelques heures, vers 60° pendant quelques minutes. De plus, l'addition d'acétate sodique abrège ces durées. De sorte que cette réaction, dont la durée change avec le mode opératoire, est un nouvel exemple de réactions à vitesses variables déjà décrites (*Comptes rendus*, 1905, p. 1451).

Oxyde dissimulé. — Ici encore la résistance de l'acétate aux alcalis semble tenir à ce que la précipitation du sesquioxyde de chrome est accompagnée d'un changement d'état qui exige une sorte d'effort supplémentaire. En effet, l'oxyde chromique géné-

rateur est une bouillie vert pâle, tandis que l'oxyde précipité par la potasse est un corps vert foncé qui se prend en masse gélatineuse comme la silice précipitée.

De plus, l'oxyde précipité de l'alun violet est une base forte, capable de déplacer la potasse; car j'ai pu répéter sur cet oxyde les expériences que j'ai indiquées à propos de l'oxyde de zinc condensé. Par exemple, en agitant l'oxyde vert pâle avec une dissolution de sulfate alcalin, la solution bleuit le tournesol et rougit la phtaléine par l'alcali libéré. Au contraire, l'oxyde gélatineux précipité de l'acétate et bien lavé est moins énergique. Ces propriétés donnent une explication du changement d'état de l'oxyde chromique précipité : la base forte $O:Cr^2(OH)^4$ n'est ni complètement ni rapidement déplacée par KOH (l'étude thermochimique paraît le confirmer). D'autre part, la potasse étant capable de s'unir à l'oxyde de chrome donne des composés ternaires solubles qui réagissent probablement les uns sur les autres en vertu d'une réaction du genre suivant (X étant l'acide combiné) :

$$2\,O:Cr^2\begin{matrix}\diagup X^2 \\ \diagdown O^2K^2\end{matrix} = 4KX + O:Cr^2\begin{matrix}\diagup O^2 \diagdown \\ \diagdown O^2 \diagup\end{matrix}Cr^2:O.$$

Transformation des sels dissous. — Ces transformations lentes de l'oxyde chromique vert sont fréquentes. Presque toujours l'oxyde précipité s'échauffe et devient de moins en moins soluble dans les acides. La même remarque s'applique à l'oxyde sous forme de sels dissous et froids. Je l'ai constaté en particulier sur le sulfate vert obtenu en attaquant CrO^3 par SO^2. Ce sel, bien que conservant la constitution $Cr^2(SO^4)^3$ d'un sel normal, s'altère avec le temps, du moins à la lumière. Sa densité change progressivement, ainsi que sa chaleur de décomposition par la potasse, surtout si la solution n'a pas été chauffée. Vers 15°, ces changements ne sont pas terminés au bout d'une année.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la présence de pigments biliaires chez la Sangsue médicinale.* Note de M. CAMILLE SPIESS, présentée par M. Yves Delage.

Depuis Moquin-Tandon (1826), un grand nombre d'anatomistes considèrent comme un foie rudimentaire le revêtement de cellules pigmentées qui existe dans la portion moyenne et postérieure du tube digestif de la Sangsue (*Hirudo medicinalis* Lin.).

J'ai montré ailleurs (¹) que les cellules du prétendu foie de la Sangsue ne pouvaient être envisagées, au point de vue morphologique, comme représentant une glande hépatique véritable, d'origine intestinale, mais qu'elles dérivent de l'épithélium cœlomique originel. Ces cellules péritonéales rem-

(¹) *C. R. Soc. Biologie*, avril 1905.

plissent des fonctions d'excrétion ; comme le font les cellules hépatiques des animaux supérieurs, elles éliminent les matières colorantes introduites dans le tube digestif, ou à la suite d'injections physiologiques.

Les cellules péritonéales de la Sangsue accumulent, en outre, un pigment, sous forme de sphérules brun verdâtre, qui est, en partie, éliminé par voie intestinale avec les fèces de l'animal.

J'ai entrepris l'analyse du produit excrémentitiel d'un grand nombre de Sangsues, en vue de savoir si la sécrétion colorée, d'abord localisée dans les cellules péritonéales (foie des auteurs), est un produit biliaire, renfermant les éléments spécifiques (sels et pigments) de la bile des Vertébrés.

Nous savons que les fonctions du foie sont multiples, et que sa propriété caractéristique de fabriquer des matières colorantes excrétrices, d'origine hématique, ne paraît pas être exclusivement l'apanage des Vertébrés, dont le sang est porteur d'hémoglobine (1).

En 1859, dans ses *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée des animaux*, Milne-Edwards admet que la matière verte sécrétée par les cellules péritonéales est un produit biliaire; plus récemment, Marchesini (2) (1884) analyse le même produit de sécrétion et arrive à une conclusion identique.

Le produit excrémentitiel des sangsues, qui m'a servi à la recherche des sels et des pigments biliaires, a été obtenu de la façon suivante : J'ai évaporé au bain-marie, jusqu'à les réduire à 100^{cm^3}, 50^l d'eau, dans lesquels ont séjourné normalement, pendant plusieurs semaines, de 1400 à 1500 sangsues. Après filtration du liquide, j'ai obtenu environ 9^g d'un résidu olivâtre, qui est repris par l'alcool à 90 pour 100 bouillant, jusqu'à épuisement complet.

Le résidu insoluble dans l'alcool est repris successivement par le chloroforme et par une solution étendue de soude.

Les différents extraits ainsi obtenus ont été soumis à un grand nombre d'analyses capillaires et chimiques afin d'y rechercher, par leurs réactions caractéristiques, la présence des sels et des pigments biliaires. Voici les résultats obtenus :

Extrait aqueux. — Coloration brune avec une légère fluorescence verte. Ni la solution, ni les zones des bandes d'absorption ne donnent la réaction de Pettenkofer et de Gmelin; par contre, l'extrait présente la réaction caractéristique de l'hydrobilirubine. Il donne avec l'ammoniaque, en présence d'une solution aqueuse sirupeuse de chlorure de zinc, une belle fluorescence verte que l'addition d'un acide fait disparaître.

Extrait alcoolique. — Coloration jaune avec fluorescence verte. Il ne donne pas la

(1) Sur la présence de pigments biliaires chez les Invertébrés, voir : Article *Foie*, par Dastre, *Dict. de Physiol.* de Ch. Richet. — Furth (von), *Vergl. chem. Physiol. d. niederen Tiere*, 1903. — Schulz, *Zeit. f. allg. Physiol.*, Bd. III.

(2) *Lo Spallanzani*, anno 17, p. 138-142.

réaction de Pettenkofer, mais donne avec l'acide azotique nitreux, par oxydation, la coloration verte caractéristique des pigments biliaires. Avec le même extrait, j'ai obtenu la réaction de l'urobiline.

Extrait chloroformique. — Coloration brun verdâtre. Il renferme des traces de bilirubine.

Extrait aqueux + NaOH. — Coloration jaune verdâtre. Il donne les mêmes réactions que l'extrait aqueux.

Le produit de sécrétion des cellules péritonéales renferme donc un des principes spécifiques de la bile, élaboré par la cellule hépatique des animaux supérieurs.

Les cellules péritonéales de la Sangsue accumulent, à la façon des cellules hépatiques, un pigment analogue, sinon identique aux pigments biliaires des Vertébrés.

GÉOLOGIE. — *Pli-faille et chevauchements horizontaux dans le Mésozoïque du Portugal.* Note de M. **P. Choffat**, présentée par M. de Lapparent.

Les recouvrements anormaux, dont on constate actuellement l'existence dans les contrées les plus diverses, ne font pas défaut dans les régions mésozoïques du Portugal, mais ils ont généralement échappé à l'observation parce qu'on y voyait des failles verticales.

J'ai eu l'occasion, il y a 23 ans, de faire connaître des recouvrements anormaux du Malm reposant directement sur l'Infralias des vallées tiphoniques, accident qui a été retrouvé en Algérie et dans d'autres contrées, mais pour lequel on n'a pas encore fourni d'explication satisfaisante.

Dans l'intérieur du massif de Porto-de-Moz on peut observer des faits isolés indiquant la présence de charriages, tandis que, sur son bord, le Jurassique recouvre par places le Tertiaire de la vallée du Tage. Vers le bord oriental de l'aire mésozoïque, des enclaves d'Archéen sont renversées sur le Trias.

Des accidents offrant plus de continuité peuvent être observés dans la chaîne de l'Arrabida. Cette chaîne présente sept anticlinaux, dont la majeure partie a le flanc nord normalement développé, tandis que le jambage sud est à peu près nul; parfois il a disparu partiellement dans les grandes profondeurs de l'Océan qui limitent la chaîne vers le Sud.

Le chaînon San Luiz-Palmella, qui termine la chaîne au Nord-Ouest, présente les mêmes faits, mais son extrémité occidentale fait voir en outre un charriage du Miocène sur l'anticlinal jurassico-oligocène, qui mérite une mention spéciale.

Ce chaînon est formé de trois parties qui sont de l'Ouest à l'Est : les serras de San Luiz, de Gaiteiros et la colline de Palmella. La première est presque entièrement formée par des dolomies, constituant au Nord une voûte longitudinale à laquelle est accolé vers le Sud une sorte de toit dolomitique recouvrant le Malm, qui paraît lui-même recouvrir le Tortonien.

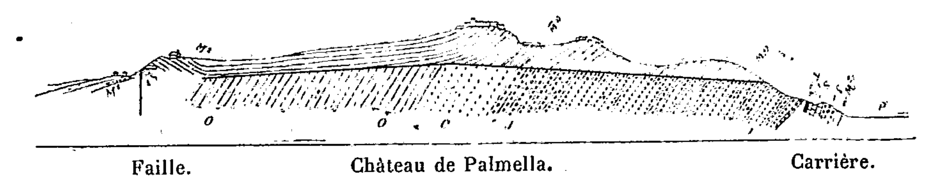
Du côté occidental, le massif dolomitique s'affaisse brusquement sous les terrains plus récents. Du côté oriental, il est coupé par une vallée transversale, au delà de laquelle il a sa continuation dans la serra dos Gaiteiros, dont la hauteur est en moyenne de 100^m inférieure, et où les dolomies, au lieu de constituer la masse de la montagne, ne forment plus qu'une bande étroite au pied méridional, tandis que la presque totalité est formée par le Malm.

Le flanc occidental de la vallée précitée laisse voir la continuation de la voûte dolomitique formant la partie nord de la serra de San Luiz, mais elle se perd sous le Malm à une faible distance, tandis que le toit dolomitique recouvrant la bande inférieure de Malm se prolonge jusque dans le soubassement de Palmella.

Le flanc méridional présente donc quatre bandes superposées, qui sont de haut en bas : 1° Jurassique supérieur, 2° Dolomies; 3° Jurassique supérieur et crétacique, 4° Miocène supérieur.

Toutes les strates sont inclinées vers le Nord et la troisième bande est la seule qui permette de constater un renversement des strates. On peut donc admettre un pli couché ayant chevauché sur le Miocène.

Les diverses roches qui forment la bande dolomitique : marnes gypsifères, dolomies infraliasiques, calcaires sinémuriens et dolomies bajociennes, sont mises en contact anormal par des failles transversales qui interrompent parfois la continuité de la bande au profit du Jurassique supérieur. Par exemple, les calcaires sinémuriens de Baina de Palmella n'ont que 60^m de largeur, car des ravins latéraux ne montrent que le Malm; le Sinémurien forme donc un récif qui ne peut avoir de racine que vers le Nord, sous la colline.



Faille. Château de Palmella. Carrière.

T, Trias. — S, Sinémurien. — J, Jurassique supérieur. — C, Crétacique. — O, Oligocène. M^1, Burdigalien. — M^2, Helvétien. — M^3, Tortonien. — P, Pliocène.
Échelle pour les hauteurs et les distances : 1 : 15000,

La colline de Palmella est formée par un socle, continuation du pli-faille de Gaiteiros, rasé et recouvert par une écaille de Miocène dont les strates sont plus ou moins fortement relevées et plongent, en général, vers le Nord.

Cette écaille est séparée du Miocène formant le contrefort de la serra dos Gaiteiros par une faille nord-sud qui n'affecte pas le soubassement, quoiqu'elle se fasse sentir jusqu'au bord de l'Océan, soit sur une longueur

de 6^{km}, par un coude de 90° dans la direction des strates formant la terminaison de la chaîne de l'Arrabida vers l'Est.

L'affaissement du Miocène au nord de l'écaille formant le synclinal de la péninsule de Sétubal est naturellement postérieur au glissement vers le Sud et, par conséquent, au Tortonien. Or, ce synclinal correspond à l'embouchure de la vallée du Tage à l'époque pliocène et, par conséquent, au grand synclinal hispano-lusitanien, sur l'âge duquel nous sommes par le fait renseignés.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'une grande nappe de recouvrement dans les Carpathes méridionales.* Note de M. **G.-M. Murgoci**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai signalé dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 3 juillet 1905) le contact anormal des deux groupes paléozoïques des schistes cristallins et l'intercalation constante du mésozoïque plus ou moins métamorphique. La tectonique du premier groupe est entièrement distincte de celle du deuxième groupe et du mésozoïque. Il est impossible, en s'en tenant aux faits d'observation, de suivre les lignes tectoniques du deuxième groupe dans la région du premier groupe. Cette anomalie a rendu jusqu'à présent infructueux les efforts des géologues qui ont essayé la synthèse tectonique des Carpathes méridionales.

Pour éclaircir la question il faut partir de cette constatation déjà faite par Inkey : le premier groupe du cristallin chevauche par-dessus le deuxième groupe et le mésozoïque tout le long du synclinal Cerna-Petroseni-Jietu-Latorita. Ce fait, d'une importance capitale, a été confirmé par les observations de Schatarzik dans la vallée de la Cerna et par les miennes dans les vallées du Jietu, Lotru et Latorita. J'ai même montré que le chevauchement se suit jusqu'au Ciunget et vers Polovraci.

La carte tectonique que j'ai publiée en 1899 (*Bul. Soc. Ingén.*, Bucarest, 1899) alors que je ne soupçonnais pas encore l'importance du chevauchement permet cependant de s'en apercevoir aux angles rentrants du mésozoïque le long des vallées (*voir* spécialement Jietu, Lotru, Vidra, Latorita et Repedea, et surtout Cerna de Valcea).

L'origine du chevauchement est difficile à concevoir lorsqu'on le suit pas à pas de Petrimanu à Balota, ou encore dans le plateau de Mehedinti. Des coupes présentées par M. Mrazec et moi au Congrès de Géologie de Vienne et qui n'ont pu être publiées révèlent trois chevauchements du premier groupe sur le mésozoïque : l'un à l'ouest de la Balta, visible sur une étendue de 3^{km} dans tous les ravins qui descendent vers cette

rivière; l'autre le long de la Cosustea où le mésozoïque se suit dans le fond de la vallée jusqu'à Firizi, tandis qu'à 3km en aval les micaschistes apparaissent déjà sur le D. Oriestilor; enfin dans la région de Baia de Arama à Closani et dans la vallée du Motru sec où le chevauchement a lieu vers le Nord, tandis qu'il a lieu vers le Sud à Oriesti.

Un dernier fait nous paraît donner la clef de toutes ces singularités. Au sud de Closani s'observe une lentille de micaschistes, continuation de la zone synclinale Bahna-Gornenti. Elle s'évanouit à Oriesti, laissant surgir de dessous elle le mésozoïque qui forme un trait d'union entre la bande de Closani et celle de Baïa de Arama. Ainsi nous avons affaire à une lentille cristalline *sans racine* charriée sur le mésozoïque. Ce fait peut être rapproché de ceux que l'on observe aux Portes de Fer, où l'interposition du mésozoïque entre le granit et les micaschistes avait déterminé les anciens géologues à faire rentrer le mésozoïque dans les schistes cristallins.

La généralisation de ces faits s'impose et donne l'explication de toutes les anomalies de structure des Carpathes méridionales : les chevauchements signalés sont la trace d'un gigantesque charriage du premier groupe avec sa couverture mésozoïque par-dessus le mésozoïque et le deuxième groupe.

Cette hypothèse rend compte de la tectonique indépendante du premier groupe, de la présence de petits lambeaux de recouvrement (Petrimanu, Cernadia, vallée supérieure du Jiu), des différences que présentent parfois comme facies et stratigraphie des lambeaux mésozoïques voisins.

On doit étendre cette conception aux montagnes entre la Cerna et le Tarco, formées de schistes cristallins du premier groupe qui sont un énorme lambeau de recouvrement. Le chevauchement sur le mésozoïque a été constaté dans la Cerna par Inkey, au Sturu par M. Mrazec et moi, et du côté du Tarco par Schafarzik. Il est possible que le charriage puisse se suivre plus loin vers l'Ouest et vers le Nord, comme le font soupçonner les travaux de MM. Cvijic et Schafarzik.

Les traînées de roches basiques (diorites, gabbros, serpentines), que l'on rencontre dans le mésozoïque reposant sur le deuxième groupe et qui manquent dans le mésozoïque reposant sur le premier groupe, trouvent encore leur explication dans l'hypothèse du charriage. Steinmann et récemment Suess (*Comptes rendus*, 7 novembre 1904) ont montré que ces roches sont caractéristiques pour les faces de charriage dans les Alpes de l'Himalaya. Nous croyons que certaines roches acides sont elles-mêmes en rapport avec le charriage, telles le granite de Latorita, la pegmatite de Nodeiu, Cerbu, Plescoïa. Le long des faces de charriage toutes les roches

sont d'ailleurs entièrement métamorphisées et tellement méconnaissables que leur classification est à peu près impossible.

Dans l'état actuel de nos connaissances géologiques, il est difficile même de supposer où est la racine et la charnière frontale de la nappe charriée, ainsi que de déterminer le sens du mouvement. On peut cependant fixer l'âge du phénomène, comme nous le montrerons prochainement.

GÉOLOGIE. — *Observations sur le mode de formation des amas blendeux encaissés dans les terrains stratifiés.* Note de M. **A. Lodin**, présentée par M. R. Zeiller.

La formation des gisements métallifères, autres que ceux évidemment contemporains de la roche encaissante, peut s'expliquer, d'une manière générale, soit par une circulation ascendante de solutions ou de vapeurs provenant des zones profondes de l'écorce terrestre, soit, au contraire, par la circulation descendante des eaux atmosphériques qui dissoudraient les éléments métalliques contenus dans des roches préexistantes et les laisseraient précipiter ensuite dans des vides inférieurs.

En ce qui concerne certains gîtes de blende, encaissés dans les calcaires ou dans les dolomies, et caractérisés par une structure finement zonée du minerai, on possède des données précises en ce qui concerne le sens de circulation des solutions génératrices. Poszepny a démontré, par l'étude approfondie des gîtes de Raibl, où la structure zonée est très fréquente, que cette structure correspond à un mode de formation analogue à celui des stalactites dans les grottes actuelles.

On doit donc admettre que des eaux chargées d'hydrogène sulfuré et tenant, grâce à la présence de ce gaz, du sulfure de zinc en dissolution avec un peu de sulfures de fer et de plomb, sont venues monter lentement à la voûte de cavités préexistantes et ont laissé précipiter en couches minces et alternées les sulfures qu'elles contenaient, à mesure que l'hydrogène sulfuré se diffusait dans l'atmosphère des cavités où leur suintement s'effectuait.

Cette théorie est confirmée par la démonstration faite, dans certains cas, de l'impossibilité de trouver, à la partie inférieure des amas, une communication quelconque avec les zones profondes de l'écorce terrestre. Mais, inversement, on est souvent embarrassé pour trouver, dans les assises supérieures, l'origine des quantités importantes de zinc qui ont dû leur être empruntées pour constituer les gîtes.

A Raibl, Sandberger avait signalé, dès 1880, la présence de sulfures métalliques finement disséminés dans la masse principale des schistes à *Trachyceras aonoïdes*, superposés au calcaire encaissant les gîtes métallifères, mais il n'avait pu doser exactement ces sulfures, tant la proportion en était faible.

Nous avons eu récemment l'occasion de constater une imprégnation

analogue, mais beaucoup plus accentuée, dans les marnes liasiques de la région de Saint-Laurent-le-Minier (Gard). Les puissants amas de blende des Malines, situés dans la région, sont en relation avec ces marnes, puissantes d'une quinzaine de mètres environ : l'un des amas, aujourd'hui épuisé, se trouvait dans les marnes elles-mêmes, en un point où elles avaient subi une flexion très accentuée sous l'influence d'une faille; l'autre, actuellement en exploitation, est intercalé entre les marnes et le calcaire inférieur, dans lequel il pénètre sous forme d'apophyses irrégulières.

Nous avons pris un échantillon des marnes au point où elles ont été coupées par une galerie au rocher, c'est-à-dire à plusieurs centaines de mètres des amas connus. L'échantillon était compact, de couleur très foncée et de texture finement grenue; dans la cassure on voyait quelques grains d'une matière noirâtre, brillante, ayant l'apparence d'un lignite à cassure conchoïde. On n'y apercevait ni blende, ni galène, ni pyrite, mais l'attaque par l'acide chlorhydrique donnait une forte odeur d'hydrogène sulfuré.

Nous avons constaté la présence de 2,28 pour 100 de zinc, avec des traces d'un métal précipitant en noir par l'hydrogene sulfuré en liqueur chlorhydrique, le plomb probablement.

La teneur en zinc ci-dessus correspond à une quantité d'environ 8000^{t} de métal par hectare de superficie, en attribuant aux marnes l'épaisseur moyenne indiquée ci-dessus. La concentration du zinc contenu dans un nombre relativement limité d'hectares peut donc suffire pour constituer un gîte important et, en ce qui concerne du moins les gisements des Malines, une des principales objections faites à la théorie fondée sur la circulation descendante des eaux superficielles se trouve avoir perdu la valeur qu'on était jusqu'ici en droit de lui attribuer.

M. **Julhes** adresse un Mémoire intitulé : *Résumé de l'Hydromécanique de la vie; son rôle prépondérant dans les maladies et leur traitement.*

M. **Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note intitulée : *De la stérilisation du liège.*

La séance est levée à 4 heures et demie. G. D.

ERRATA.

(Séance du 24 juillet 1905.)

Page 133, *au lieu de* Présidence de M. Troost, *lisez* Présidée par M. Poincaré.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète Y. R.* (Goertz) *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. E. **Esclangon**.

Observations de la planète.

Dates. 1905.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	Δℒ.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Juillet 29....	*a*	19.44. 2,60	−3. 0,56	+4.57,5	24 : 6
30....	*b*	18.16.12,90	−3.46,56	+6.41,3	16 : 4

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1905,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.	B.B. VI, +4°, n° 4581	20.51.55,41	+2,63	85.33.52,7	−16,5
b.	B.B. VI, +4°, n° 4581	20.51.55,41	+2,64	85.33.52,7	−16,6

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 29...	11.16.19,0	20.48.57,48	$\bar{1}$,075	85.38.33,9	−0,760
30...	9.44.47,8	20.48.11,49	$\bar{1}$,415	85.40.17,4	−0,767

L'observation du 30 juillet est moins précise que celle du 29, en raison du mauvais état du ciel et de la présence de nuages qui interrompent fréquemment les pointés. Le 29, la planète, qui s'observe avec précision, paraît de grandeur 9,4 ou 9,5.

ASTRONOMIE. — *Sur le jour sidéral.* Note de M. A. Pansiot, présentée par M. J. Violle.

« Les anciens, dit Laplace, avaient reconnu que la Lune nous présente toujours la même face dans son mouvement autour de la Terre; mais, loin de s'en étonner, ils regardaient ce phénomène comme naturel à tout corps qui circule autour d'un centre. Cette erreur ou plutôt cette illusion força Copernic, pour maintenir le parallélisme de l'axe terrestre, à donner à cet axe un mouvement annuel contraire au mouvement de la Terre dans son orbite et assujetti aux mêmes inégalités, ce qui compliquait beaucoup son système... »

Je vais montrer que les craintes de Copernic étaient exagérées, en calculant la composante que la manière de voir des anciens introduit dans la rotation de la Terre.

Cette composante, perpendiculaire au plan de l'écliptique, a pour expression $\frac{d\alpha}{dt}$, $d\alpha$ étant l'angle de contingence en un point de l'orbite terrestre. Mais on a

$$\frac{d\alpha}{dt} = \frac{d\alpha}{d\theta}\frac{d\theta}{dt};$$

le premier facteur $\frac{d\alpha}{d\theta}$ s'obtient au moyen de l'équation de l'orbite et le second par le développement de l'anomalie vraie θ en fonction du temps.

L'équation de l'orbite est

$$r = \frac{p}{1 + e\cos\theta}.$$

Il y a entre l'angle de contingence et l'anomalie vraie la relation

$$\frac{d\alpha}{d\theta} = \frac{r^2 + 2r'^2 - rr''}{r^2 + r'^2},$$

r', r'' étant les dérivées première et seconde de r par rapport à θ. En effectuant les calculs on a

$$\frac{d\alpha}{d\theta} = \frac{1 + e\cos\theta}{1 + 2e\cos\theta + e^2}.$$

Or

$$\theta = nt + 2e\sin nt + \frac{5}{4}e^2\sin 2nt + \ldots,$$

l'origine du temps étant prise au passage au périhélie; en différentiant il vient

$$\frac{d\theta}{dt} = n\left(1 + 2e\cos nt + \frac{5}{2}e^2\cos 2nt + \ldots\right),$$

et l'on a pour l'expression de la composante de la rotation

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d\alpha}{dt} = n\left(1 + 2e\cos nt + \dfrac{5}{2}e^2\cos 2nt + \ldots\right)\dfrac{1 + e\cos\theta}{1 + 2e\cos\theta + e^2} \\ \quad = n\left[1 + e(2\cos nt - \cos\theta) + e^2\left(\dfrac{5}{2}\cos 2nt - 2\cos nt\cos\theta + \cos 2\theta\right)\right], \end{cases}$$

en négligeant les termes en e de degré supérieur au second, car $e = 0{,}01677$.

Cette composante est fonction du temps; d'où il résulte que le jour sidéral n'est pas constant. Il est une valeur particulière de t qui annule la partie variable de la composante et lui donne la valeur du moyen mouvement de la Terre : j'appellerai *jour sidéral moyen* le jour qui correspond à cette valeur de t. Dans l'intervalle d'une année sidérale composée de 366,2422 jours sidéraux, la partie variable de la composante de la rotation due à l'orbite n'intervient pas et l'on peut considérer le jour sidéral comme constant et égal au jour sidéral moyen. En effet, en multipliant la relation (1) par dt et en intégrant entre les limites 0 et T, T étant la durée de l'année sidérale, on a

$$\int_0^{2\pi} d\alpha = \int_0^{T} n\,dt + n\int_0^{T}[e(2\cos nt - \cos\theta) + \ldots]\,dt$$

ou

$$\int_0^{T}[e(2\cos nt - \cos\theta) + \ldots]\,dt = 0.$$

La rotation ω qui produit le jour sidéral est la résultante de la composante due à l'orbite et de la rotation que la Terre conserverait, si l'attraction du Soleil venait à cesser. Dans une année sidérale, la Terre fait une révolution entière autour de l'axe du plan de l'écliptique. Si je représente par 1 la valeur n de la composante pour le jour sidéral moyen, la rotation ω du jour sidéral sera représentée par 366,2422 et les deux directions font entre elles un angle i de $23°, 27'$.

Soient OB la composante n, OA la rotation ω, BB′ un accroissement δn de la composante OB, il en résultera une nouvelle rotation OA′.

Je désigne par δi, $\delta\omega$, δj les accroissements correspondants de i, de ω et de la durée j du jour sidéral qui s'exprimeront par les formules

$$\delta i = -\frac{\delta n \sin i}{\omega}, \qquad \delta\omega = \delta n \cos i, \qquad dj = -\frac{\delta\omega}{\omega}86400^s.$$

Au moyen de ces formules et avec $n = 1$, on déduit

1° Au solstice d'hiver où $t = 0$, $\theta = 0$, $\delta n = e + \frac{3}{2}e^2$,

$$\delta i = -3'',84, \qquad dj = -3^s,72;$$

2° Au solstice d'été où $nt = \pi$, $\theta = \pi$, $\delta n = -e + \frac{3}{2}e^2$,

$$\delta i = +3'',65, \qquad \delta j = +3^s,54.$$

Du solstice d'hiver au solstice d'été on aura

$$\Delta i = +7'',5, \qquad \Delta j = +7^s,26,$$

d'où la variation diurne moyenne du jour sidéral

$$\frac{7^s,26}{183} = 0^s,04$$

positive dans la période du printemps et négative dans la période d'automne. Dans le cours de l'année sidérale, l'axe de rotation de la Terre a, dans le plan de la ligne des solstices, une oscillation d'un angle de $7'',5$ qui peut être admis.

La manière de voir des anciens est très acceptable.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fractions continues algébriques.* Note de M. **Auric**, présentée par M. Jordan.

Soit la fraction continue

$$F = \lambda_1 - \cfrac{\mu_2}{\lambda_2 - \cfrac{\mu_3}{\lambda_3 - \cfrac{\mu_4}{\lambda_4 - \cfrac{\mu_5}{\lambda_5} - \dots}}}$$

dans laquelle les λ_i, μ_i sont des polynomes entiers en z et $\frac{1}{z}$.

J'ai étudié différents cas simples qui peuvent se présenter au point de vue de la convergence.

Premier cas :

$$\lambda_i = \lambda, \qquad \mu_i = \mu;$$

c'est la fraction périodique la plus simple.

Dans ce cas F représente toujours la racine de plus grand module de l'équation

$$Y = \lambda - \frac{\mu}{Y}.$$

La fraction continue est en conséquence bien déterminée et convergente sur tout le plan complexe sauf sur les courbes ou portions de courbes formant coupure et sur lesquelles l'équation ci-dessus a deux racines de même module.

Sur ces courbes on a

$$\frac{\lambda^2}{\mu} = t,$$

t étant une quantité réelle quelconque comprise entre o et $+4$ et les racines prennent la forme

$$(y_1, y_2) = \frac{\lambda}{2}\left(1 \pm i\sqrt{\frac{4}{t} - 1}\right):$$

elles ont évidemment même module.

En posant

$$z = x + yi$$

il vient

$$\lambda^2 = A + Bi, \qquad \mu = C + Di:$$

l'équation analytique de la coupure est $AD - BC = 0$; mais la coupure proprement dite se compose seulement des portions qui sont réellement rencontrées par les courbes orthogonales

$$A - tC = 0 \qquad \text{ou} \qquad B - tD = 0,$$

t étant comme ci-dessus réel et compris entre o et $+4$.

Deuxième cas. — Admettons que, pour $i = \infty$, λ_i et μ_i tendent respectivement vers des limites uniques et bien déterminées λ et μ.

Nous poserons

$$\lambda_i = \lambda + \varepsilon_i, \qquad \mu_i = \mu + \eta_i.$$

Nous considérerons d'abord le cas où $\frac{\lambda^2}{\mu}$ est égal à un nombre réel quelconque t compris entre o et $+4$.

Dans ce cas l'équation

$$Y = \lambda - \frac{\mu}{Y}$$

possède deux racines α, β ayant même module. La fraction continue représente alors sur tout le plan complexe deux fonctions méromorphes ou quasi-méromorphes,

$$F = \frac{P_0 - \alpha I_0}{P_1 - \alpha I_1}, \qquad F = \frac{P_0 - \beta I_0}{P_1 - \beta I_1}, \qquad \text{avec} \qquad P_0 I_1 - P_1 I_0 = R_0,$$

dans lesquelles P_0, I_0, P_1, I_1, R_0, sont des fonctions entières ou quasi en-

tières dont l'ordre apparent $\left(\text{soit en } z, \text{ soit en } \frac{1}{z}\right)$ a une limite supérieure qui est en général facile à obtenir par la considération du degré maximum des λ_i et μ_i $\left(\text{soit en } z, \text{ soit en } \frac{1}{z}\right)$ et de l'exposant de convergence des séries $\Sigma|\varepsilon_i|$, $\Sigma|\eta_i|$.

Troisième cas. — Considérons le cas où $\frac{\lambda^2}{\mu}$ est égal à un nombre réel (ou complexe) autre que t ou à une fraction rationnelle bien déterminée de z.

Dans ce cas l'équation

$$Y = \lambda - \frac{\mu}{Y}$$

possède deux racines α, β dont l'une α par exemple a, en général, un module supérieur à celui de l'autre.

La fraction continue représente alors la fonction méromorphe ou quasi-méromorphe

$$F = \frac{P_0 - \alpha I_0}{P_1 - \alpha I_1}, \qquad \text{avec} \qquad P_0 I_1 - I_0 P_1 = R_0,$$

P_0, I_0, P_1, I_1, R_0 étant comme précédemment des fonctions entières ou quasi-entières dont l'ordre apparent a une limite supérieure, en général facile à déterminer.

La fraction continue est bien déterminée et convergente sur tout le plan complexe sauf sur les courbes ou portions de courbes pour lesquelles on a

$$\frac{\lambda^2}{\mu} = t,$$

t étant comme ci-dessus un nombre réel compris entre o et $+4$.

Quatrième cas, $\mu = 0$. — Dans ce cas la fraction continue représente sur tout le plan complexe une fonction méromorphe ou quasi-méromorphe $\frac{P_0}{P_1}$ dont l'ordre apparent a une limite supérieure qui se détermine comme précédemment.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la similitude dans le mouvement des fluides.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

Le problème de la similitude dans le mouvement des fluides, posé pour la première fois par Newton [1], a été repris par Bertrand, Reech et plus

[1] *Philosophiæ naturalis principia mathematica,* Livre II, 7e section.

complètement par Helmholtz (¹). Dans un Mémoire récent j'ai essayé d'en préciser quelques points (²). Je voudrais ici insister sur quelques résultats dus à Newton et à Helmholtz, en vue de les compléter et d'en généraliser la démonstration.

Je prendrai pour cela les équations du mouvement des fluides sous la forme très générale qu'elles ont dans les *Recherches sur l'Hydrodynamique* de M. Duhem. Ce sont les équations (60), (74), (75), (94) de la première partie de cet Ouvrage. Elles contiennent le potentiel interne spécifique ζ, les deux coefficients de viscosité λ et μ, et le coefficient de conductibilité K, fonctions tous les quatre de la densité ρ et de la température T. Je supposerai toutefois nulles les actions, intérieures ou extérieures, s'exerçant sur les éléments de masse du fluide.

Soit un fluide que je distinguerai par l'indice 1. Je vais chercher quelles devraient être la compressibilité, la viscosité et la conductibilité d'un autre fluide pour que les mouvements de ce second fluide soient semblables à ceux du premier, les rapports des longueurs, des masses, des températures, des temps étant respectivement α, β, θ, ε. Les quantités relatives à ce second fluide seront affectées de l'indice 2.

Je prendrai d'abord ζ_2, λ_2, μ_2, K_2, tels que

$$\zeta_2\left(\frac{\beta}{\alpha^3}\rho,\ \theta T\right)=\varphi\frac{\beta}{\alpha^3}\zeta_1(\rho,\ T),$$

$$\lambda_2\left(\frac{\beta}{\alpha^3}\rho,\ \theta T\right)=\psi\lambda_1(\rho,\ T),$$

$$\mu_2\left(\frac{\beta}{\alpha^3}\rho,\ \theta T\right)=\tau\mu_1(\rho,\ T),$$

$$K_2\left(\frac{\beta}{\alpha^3}\rho,\ \theta T\right)=\eta K_1(\rho,\ T),$$

α, β, θ, φ, ψ, τ, η sont des constantes. Les équations du mouvement des fluides montrent alors que les mouvements sont semblables, le rapport des temps étant ε, pourvu que

$$\varepsilon^2=\frac{\alpha^5}{\beta\varphi},\qquad \varepsilon=\frac{\beta}{\alpha\psi},\qquad \psi=\tau,\qquad \eta=\frac{\varphi\beta^2}{\alpha^4\varepsilon\theta}.$$

On peut remplir ces conditions en admettant l'égalité des densités et des températures

$$\frac{\beta}{\alpha^3}=\theta=1.$$

On a alors

$$(1)\qquad \varphi=\frac{\alpha^2}{\varepsilon^2},\qquad \psi=\tau=\alpha\frac{\alpha}{\varepsilon},\qquad \eta=\alpha\frac{\alpha^3}{\varepsilon^3}.$$

(¹) *Monatsberichte der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, 26 juin 1873.
(²) *Journal de l'École Polytechnique*, 1905.

Supposons $\frac{\alpha}{\varepsilon}$ petit; alors φ, ψ, τ, η le sont aussi. D'où le résultat suivant : « Pour les très grandes vitesses, le mouvement d'un fluide donné est semblable à celui d'un autre fluide très compressible, très peu visqueux et très peu conducteur animé de vitesses finies ». Ce qui peut encore s'énoncer : « Dans les mouvements se faisant avec de très grandes vitesses, la compressibilité du fluide joue un grand rôle; au contraire, sa viscosité et sa conductibilité sont négligeables ».

Par un raisonnement analogue, on voit que, pour les mouvements s'effectuant avec des vitesses très petites, la viscosité et la conductibilité sont importantes, la compressibilité négligeable (1).

La plupart de ces résultats ont été énoncés par Helmholtz et même quelques-uns, dans une certaine mesure, par Newton (2). Toutefois, ni l'un ni l'autre de ces auteurs n'a envisagé ce qui concerne les coefficients de conductibilité. Ajoutons que, dans sa démonstration, Helmholtz réduit à un, par application de la relation de Stokes, le nombre des coefficients de viscosité et qu'il suppose constant ce coefficient unique.

PHYSIQUE. — *Sur l'etat de la matière au voisinage du point critique.* Note de M. C. Raveau.

Je demande la permission de présenter quelques réserves au sujet des conclusions que MM. G. Bertrand et J. Lecarme croient pouvoir déduire de leurs expériences sur l'état critique (3).

Voici en substance le raisonnement des auteurs : La vapeur d'alcool, *à quelque distance du point critique*, ne dissout ni ne laisse se diffuser l'alizarine. Si, *au voisinage immédiat du point critique*, nous voyons une coloration dans une région d'un tube de Natterer, c'est que cette partie du fluide contient non seulement de la vapeur, mais encore du liquide qui s'y est diffusé, entraînant l'alizarine qu'il dissout.

Ainsi on ne conclut à l'existence de liquide en un point qu'en admet-

---

(1) On peut aussi supposer que les espaces sont grands ou petits, les vitesses étant soit petites ou grandes, soit grandes ou petites. Le rôle de la compressibilité, de la viscosité, de la conductibilité dans ces divers cas se tire encore de la discussion des formules (1).

(2) Newton, *loc. cit.*, Corollaires II et III de la proposition XXXIII.

(3) *Comptes rendus* du 31 juillet, p. 820.

tant la persistance d'une propriété de la vapeur, constatée dans d'autres conditions. L'expérience nous révèle une variation très rapide des propriétés des fluides au voisinage immédiat de l'état critique ; on peut vouloir que cette variation ne soit qu'apparente et résulte de la variabilité des proportions dans lesquelles se mélangent deux fluides hypothétiques, mais on va, à mon avis, un peu loin en disant qu'il semble qu'un tel mélange ait lieu.

J'ajouterai que les théories liquidogéniques paraissent avoir été jusqu'ici réservées à l'explication de phénomènes singuliers, d'interprétation difficile; la hardiesse des conclusions de MM. G. Bertrand et J. Lecarme s'accroît du fait que les auteurs (au début du dernier alinéa de la Note précitée) présentent comme une conséquence de ces théories une particularité dont la théorie des gaz, basée sur l'existence d'une seule espèce de molécules, a rendu compte depuis longtemps.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Sur la biréfringence magnétique. Nouveaux liquides actifs*. Note de MM. **A. Cotton** et **H. Mouton**, présentée par M. J. Violle.

I. Nous avons résumé dans une Note précédente ([1]) les expériences que nous avons faites à l'aide d'un liquide présentant une biréfringence négative très nette (fer Bravais ancien). Avant d'indiquer comment nous avons pu préparer, avec ou sans fer, de nouveaux liquides actifs, nous montrerons qu'on peut obtenir, toujours avec l'hydroxyde ferrique, des liquides positifs très actifs.

Prenons une solution colloïdale récente d'hydroxyde ferrique préparée par dialyse (du fer Bravais de préparation récente par exemple) ; ces liquides présentent, comme on le sait, une faible biréfringence positive : plaçons des échantillons d'un tel liquide dans des tubes scellés que nous soumettons dans une étuve à 100° à des chauffages de plus en plus prolongés. *Le liquide devient en même temps de plus en plus biréfringent.* Il suffit par exemple de chauffer pendant quatre heures pour que la biréfringence devienne environ 40 fois plus grande. On peut alors mesurer avec précision sa variation en fonction du champ : elle croît à peu près comme le carré du champ, sans inversion.

([1]) *Comptes rendus*, 31 juillet 1905, p. 317.

En même temps que le liquide devient de plus en plus actif, son aspect change : il devient plus visqueux, plus opaque, diffuse plus de lumière. L'examen ultramicroscopique montre que *la grosseur des grains est très nettement augmentée par le chauffage*. La solution primitive est difficilement *résoluble;* le liquide chauffé pendant 4 heures renferme déjà des grains bien visibles sur lesquels la pesanteur commence à agir; enfin le liquide chauffé plus longtemps encore renferme des grains assez gros pour que l'hétérogénéité de la masse apparaisse sous l'emploi de l'éclairage ultramicroscopique. Nous avons vu que la biréfringence était liée à la présence des grains; nous voyons ici que sa grandeur dépend de la grosseur de ces grains.

II. En employant le procédé indiqué par Bredig pour la préparation des métaux précieux en solution colloïdale, on peut préparer avec des électrodes de fer un liquide jaune clair qui a gardé depuis plusieurs mois son aspect colloïdal typique. L'examen ultramicroscopique montre des grains bien visibles comme ceux du platine ou de l'argent de Bredig. Sans faire aucune hypothèse sur la composition chimique de la matière qui constitue ces granules nous désignerons ce liquide sous le nom de *fer de Bredig*.

Ce liquide présente une biréfringence magnétique positive qui est faible à cause de la faible concentration, mais qui est pourtant assez grande pour que nous ayons pu mesurer sa variation avec le champ. Cette loi est toute différente de celle qu'on obtient avec les liquides déjà étudiés. La courbe obtenue en portant en abscisses le champ et en ordonnées la biréfringence s'élève d'abord très rapidement au voisinage de l'origine, pour se transformer, à partir d'un champ de 3000 unités environ, en une droite légèrement ascendante.

Comme il est facile de le prévoir d'après cette loi singulière de variation, des champs très faibles, de quelques centaines d'unités, par exemple, suffisent pour produire une biréfringence non seulement sensible, mais même mesurable. On peut, en effet, remplacer l'électro-aimant par un aimant permanent en fer à cheval ou par des bobines parcourues par un courant. Nous nous sommes servis de ce dernier procédé pour étudier la biréfringence dans les champs faibles; nous avons trouvé que, si l'on fait varier le courant de façon à décrire un cycle d'aimantation, les valeurs obtenues en courant ascendant et descendant concordent dans la limite des erreurs d'expérience.

Si l'on applique le même procédé de Bredig de la pulvérisation électrique à des électrodes de fer dans la glycérine, on obtient un liquide gris qui donne lieu à un autre phénomène magnéto-optique, la rotation bimagnétique de Majorana (rotation du plan de polarisation indépendante du

sens du champ); celle-ci est due à une inégale absorption par le liquide des vibrations lumineuses parallèles et perpendiculaires au champ. Un champ très faible suffit pour produire le phénomène. Les particules microscopiques en suspension dans le liquide ont une forme bien déterminée : *on les voit s'orienter nettement dans un champ magnétique.*

III. On peut obtenir des *liquides ne renfermant pas de fer* et présentant la biréfringence magnétique. Si l'on mélange en effet dans certaines conditions deux solutions diluées, l'une de carbonate de sodium, l'autre d'azotate de calcium, on obtient un liquide qui conserve assez longtemps en suspension des cristaux très petits de carbonate de calcium; ce liquide présente nettement une biréfringence magnétique négative, dont la loi de variation avec le champ est analogue à celle du fer de Bredig, accompagnée d'une rotation bimagnétique. Ce dernier fait est à rapprocher des observations de M. Meslin qui a observé le phénomène de la rotation bimagnétique sur un grand nombre de liquides dans lesquels il mettait en suspension des poudres cristallines. Il n'avait pas observé dans ces conditions de biréfringence : cela tient probablement à ce que les particules en suspension étaient trop grosses.

Nous croyons en effet que la biréfringence magnétique ne s'observe que si la grosseur des particules en suspension est comprise entre certaines limites. Si l'on examine l'ensemble des observations qui précèdent, on voit que ce phénomène doit, comme le pensait Schmauss, dépendre d'une orientation des particules soumises à l'action du champ. Pour des particules très petites, les mouvements browniens, qui persistent comme nous l'avons constaté dans un champ magnétique intense, viennent contrarier cette orientation. Pour des particules plus grosses, l'inégalité d'intensité des deux composantes de la vibration est le phénomène principal. Reste à expliquer comment cette orientation rend compte des propriétés optiques : diverses théories sont en présence; nous les examinerons ailleurs.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chloroborates de calcium.* Note de M. L. **Ouvrard**, présentée par M. Ditte.

On sait qu'il existe un chloroborate naturel, la *boracite*, qui a été reproduit par Heintz et par M. de Gramont. MM. Rousseau et Allaire [1] ont réussi à

[1] G. Rousseau et H. Allaire, *Comptes rendus*, t. CXVI et suiv.

obtenir des composés analogues dans lesquels le magnésium était remplacé par le fer, le zinc, le cadmium, etc., et le chlore par le brome ou par l'iode.

En cherchant à étendre aux alcalino-terreux les méthodes qui nous avaient amené à préparer les orthoborates de la série magnésienne ([1]), nous avons obtenu fréquemment des composés chlorés, mais qui ne ressemblaient ni par leurs propriétés, ni par leurs formules, aux boracites.

Nous décrirons aujourd'hui les produits qui nous ont été donnés par le calcium et qui présentent un certain intérêt par leur mode de formation.

M. Le Chatelier ([2]) avait déjà signalé que, quand on projette un mélange en proportion quelconque d'anhydride borique et de chaux dans du chlorure de calcium fondu, le mélange se dissout en formant un bain limpide qui ne tarde pas à laisser déposer des cristaux du sel $B^2O^3.3CaO.CaCl^2$.

En réalité, le corps décrit par M. Le Chatelier est un de ceux qui se forment le plus aisément dans ces circonstances, surtout si l'on maintient, comme le faisait cet auteur, le bain en fusion pendant plusieurs heures pour permettre aux cristaux de se développer. Mais il n'est pas le seul à se produire et, en faisant réagir sur le chlorure de calcium soit l'anhydride borique, seul ou additionné de quantités déterminées de chaux, soit des borates de chaux de composition connue, nous avons pu obtenir deux borates et deux autres chloroborates parfaitement définis.

I. Par exemple, quand on fond ensemble poids égaux d'anhydride borique et de chlorure de calcium, les deux corps, qui manifestent au début une tendance à se séparer, l'anhydride montant à la surface, finissent au bout d'un certain temps par donner un liquide homogène qui, par refroidissement lent, se prend en un feutrage de fines aiguilles donnant à la masse solide l'apparence de l'asbeste.

On peut aisément désagréger cette masse par l'eau froide. Si l'on augmente la quantité de chlorure sans dépasser cependant cinq fois le poids de l'anhydride borique, ces aiguilles se développent, donnent de fins prismes, de 1^{cm} de longueur, à extinctions longitudinales, mais cannelés. Ces prismes sont à peu près inattaquables par l'eau froide et l'acide acétique étendu, mais très facilement solubles dans les acides forts, même très dilués.

L'analyse de ces aiguilles ou de ces prismes montre que l'on a affaire à un produit homogène, répondant à la formule

$$5B^2O^3.3CaO.CaCl^2 \quad ({}^3).$$

([1]) L. Ouvrard, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 172 et 335; et t. CXXXII, p. 257.

([2]) Le Chatelier, *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 276.

([3]) Calculé : B^2O^3 55,8; CaO 35,5; Cl 11,2.
Trouvé : B^2O^3 55,4; CaO 35,8; Cl 11,1.

On obtient encore le même composé si, en maintenant invariables les proportions de fondant et d'anhydride borique, on ajoute une quantité de chaux inférieure à $0^{mol},25$, pour 1^{mol} d'anhydride.

II. Mais, au delà de ce terme, on voit les aiguilles se mêler de cristaux d'aspect tout à fait différent, tandis que l'analyse nous confirme que nous n'avons plus un corps homogène.

Quand on atteint $0^{mol},5$ de chaux pour 1^{mol} d'anhydride, les aiguilles disparaissent totalement, et l'on a des cristaux grenus, arborescents, agissant faiblement sur la lumière polarisée, plus altérables que les précédents par l'eau qui les rend opaques; on peut cependant les débarrasser par l'acide acétique très étendu des matières amorphes, légères et floconneuses qui se forment en même temps.

L'analyse leur donne pour composition :

$$3B^2O^3.3CaO.CaCl^2$$ (1).

Les mêmes cristaux se forment si, sans ajouter de chaux, on chauffe une partie d'anhydride borique avec huit parties de chlorure de calcium.

Mais si, en conservant les quantités indiquées plus haut (1^{mol} d'anhydride pour $0^{mol},5$ de chaux), on diminue la proportion de fondant, de façon à la faire descendre au-dessous de 2^{mol}, on remarque à l'analyse que la quantité de chlore diminue, sans correspondre à aucun composé défini.

Au microscope, on trouve que les cristaux arborescents sont mêlés de lamelles très transparentes, agissant vivement sur la lumière polarisée. En cherchant à isoler ces lamelles, nous avons reconnu qu'elles se formaient, à l'exclusion de tout autre produit, quand, au mélange précédent, on ajoutait une quantité convenable de chlorures alcalins. Elles sont inattaquables par l'eau froide, solubles dans les acides étendus, ne contiennent pas de chlore, et répondent à la formule du borate bibasique :

$$B^2O^3.2CaO$$ (2).

Il importe, dans cette préparation, que la quantité de chlorure alcalin ajouté ne dépasse pas 50 pour 100, car M. Ditte (3) a démontré qu'en fondant un borate de chaux quelconque dans un mélange de chlorures alcalins, avec 25 pour 100 de chlorure de calcium, on obtenait le corps $2B^2O^3.3CaO$ et le borate monobasique $B^2O^3.CaO$, avec les chlorures alcalins employés seuls.

III. Si, dans les expériences précédentes, on augmente la quantité de chlorure de calcium au delà de 5^{mol}, ou si l'on ajoute de la chaux de manière à dépasser $0^{mol},5$ pour 1^{mol} d'anhydride, en restant toutefois au-dessous de 3^{mol}, on obtient les cristaux décrits par M. Le Chatelier $B^2O^3.3CaO.CaCl^2$.

Enfin, si l'on augmente la proportion de chaux libre, jusqu'à 3^{mol}, sans que celle de

---

(1) Calculé : B^2O^3 42,9; CaO 45,8; Cl 14,5.
Trouvé : B^2O^3 43,0; CaO 45,4; Cl 14,6.

(2) Calculé : B^2O^3, 38,5; CaO, 61,5. Trouvé : B^2O^3, 38,3; CaO, 61,6.

(3) DITTE, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 783.

chlorure de calcium dépasse 5^{mol}, il ne se forme plus de composé chloré, même en l'absence de chlorures alcalins, et l'on obtient des prismes de borate tribasique :

$$B^2O^3.3CaO$$ (¹)

tout à fait semblables à ceux que nous avons obtenus antérieurement par une autre méthode.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude sur la constitution du diparaditolyléthane dissymétrique, du dihydrure de* 2.7.9.10 *tétraméthylanthracène et du* 2.7 *diméthylanthracène*. Note de M. **James Lavaux**, présentée par M. Haller.

J'ai obtenu dans l'action du toluène et de $AlCl^3$ sur CH^2Cl^2 ou $C^2H^2Br^4$ différents diméthylanthracènes (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 976; t. CXL, p. 44; t. CXLI, p. 204). L'un d'eux que j'ai provisoirement dénommé B fond à 244°,5 et donne par oxydation une diméthylanthraquinone, fondant à 236°,5. Ce carbure est identique à un corps décrit par Anschütz (*Liebig's Annalen*, t. CCXXXV, p. 313). En faisant réagir $CH^3 - CHCl^2 + AlCl^3$ sur le toluène, il eut, à côté d'un ditolyléthane dissymétrique, un hydrure de tétraméthylanthracène, auquel il attribua, à cause de son mode de formation, deux CH^3 fixés en méso ou γ, c'est-à-dire en positions 9,10, tandis qu'il assigna aux deux autres simplement des noyaux différents. Il était possible, comme je vais le montrer, d'aller beaucoup plus loin et de fixer en 2.7 la position des deux autres groupes méthyles. En oxydant cet hydrure de diméthyl-méso-diméthylanthracène, comme il le nomme, Anschütz obtint seulement une diméthylanthraquinone, par perte des deux CH^3 méso et, par un mécanisme analogue, le diméthylanthracène correspondant à cette quinone, en distillant sur la poudre de zinc le carbure tétraméthylé. D'après Anschütz ce diméthylanthracène fond à 243°-244° et sa quinone à 236°. On voit d'après les chiffres donnés plus haut qu'il est identique à mon carbure B.

Si j'établis, en me servant des données mêmes des expériences d'Anschütz, que son hydrure de tétraméthylanthracène avait ses groupes CH^3 en 2.7.9.10, comme je l'ai annoncé plus haut, j'aurai établi que mon carbure B, qui en dérive par perte des méthyles 9 et 10, est le 2.7 diméthylanthracène.

(¹) Calculé : B^2O^3, 29,4; CaO, 70,6. Trouvé : B^2O^3, 29,3; CaO, 70,3.

Remarquons d'abord que la formation de ditolyléthane montre que la réaction se passe en deux phases : 1° une seule molécule de $CH^3 - CHCl^2$ donne avec 2^{mol} de toluène le ditolyléthane; 2° une seconde molécule agit sur lui, pour former l'hydrure de tétraméthylanthracène, de sorte que, si l'on arrive à connaître les positions des CH^3 dans le ditolyléthane, on pourra préjuger de celles qu'ils occupent dans le carbure anthracénique. Il n'y a pas à supposer qu'au lieu d'être successives, ces deux réactions soient parallèles et indépendantes, car j'ai prouvé (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 976) que, dans la réaction identique de $CH^2Cl^2 + AlCl^3$ sur le toluène, il se forme d'abord du ditolylméthane, puis seulement ensuite, et à ses dépens, l'hydrure de diméthylanthracène :

$CH^3 - C_6H_4 - CH(CH^3) - C_6H_4 - CH^3$ devient $CH^3 - C_6H_3 {< \begin{matrix} CH(CH^3) \\ CH(CH^3) \end{matrix} >} C_6H_3 - CH^3$

comme

$CH^3 - C_6H_4 - CH^2 - C_6H_4 - CH^3$ donne $CH^3 - C_6H_3 {< \begin{matrix} CH^2 \\ CH^2 \end{matrix} >} C_6H_3 - CH^3$.

Pourtant il existe une différence. Dans le deuxième cas on ne recueille pas directement l'hydrure de diméthylanthracène. Il agit fortement comme réducteur sur CH^2Cl^2, comme je l'ai démontré, donne CH^3Cl qui transforme une portion du toluène en xylène, tandis que lui-même passe entièrement à l'état de diméthylanthracène par perte de H^2.

Dans le premier cas Anschütz recueille l'hydrure même de tétraméthylanthracène. Si ce corps eût agi comme réducteur sur $CH^3 - CHCl^2$, il se fût formé $CH^3 - CH^2Cl$ donnant avec le toluène du méthyléthylbenzène avec formation d'une quantité équivalente de méthylanthracène à la place de l'hydrure. Or Anschütz annonce précisément qu'il a isolé, outre les deux corps que j'ai déjà cités, du paraéthylméthylbenzène. Il semble donc qu'une telle réduction ait eu lieu, mais moins énergique et partielle, intéressant seulement une faible quantité de $CH^3 - CHCl^2$ au lieu d'atteindre 1^{mol} sur 3^{mol} comme cela a lieu avec CH^2Cl^2. Il se serait alors formé un peu du tétraméthylanthracène lui-même qui aurait pu très bien échapper à Anschütz, perdu dans les liqueurs mères et les portions impures de l'hydrure. La chose serait curieuse à vérifier et viendrait compléter et généraliser la théorie de ces réactions.

Passons à la constitution du ditolyléthane. Anschütz, dans la nomenclature des produits qu'il obtient, après avoir cité avec de justes raisons le *para*-éthylméthylbenzène, note simplement et une seule fois *p.* ditolyléthane. Veut-il dire para? Cela l'indique, et pourtant, outre qu'il n'écrit nulle part le mot para et désigne toujours son corps simplement par ditolyléthane, il ne s'occupe pas nettement de justifier une constitution quelconque, même lorsqu'il identifie très judicieusement son carbure avec un autre obtenu par O. Fischer en condensant la paraldéhyde avec le toluène (*Berichte*, t. VII, p. 1193). Celui-ci ne parle pas non plus de constitution, mais identifie à son

tour le premier terme d'oxydation de son carbure avec une ditolylcétone obtenue par J. Weiler (*Berichte,* t. VII, p. 1183).

CH^3 — — CH^3 donne CH^3 — — CH^3
— CH — — CO —
CH^3

Cette cétone a été reproduite elle-même de diverses façons, en particulier par E. Ador et J. Crafts (*Berichte,* t. X, p. 2173). Ces auteurs ont constaté que, par ébullition sur la KOH sèche, elle donnait exclusivement l'acide paratoluique. Il faut conclure que les deux CH^3 sont en para, sinon l'on aurait à la fois, par exemple, des acides méta et para pour une métaparaditolylcétone. On avait donc affaire à la diparaditolylcétone et au diparaditolyléthane dissymétrique comme point de départ.

Revenons à la réaction d'Anschütz. Quand une nouvelle molécule de $CH^3 - CHCl^2$ réagit sur le diparaditolyléthane formé dans la première phase, pour donner naissance à un carbure anthracénique, il faut que les points d'attache de cette deuxième molécule soient, dans chaque noyau en ortho par rapport aux points d'attache p et p' de la première molécule de $CH^3 - CHCl^2$.

CH^3 a a' CH^3 q q' CH^3 a a' CH^3
p — CH — p' — CH —
b CH^3 b' b p CH^3 p' b'

CH^3
CH^3 — — CH — — CH^3
— CH —
CH^3

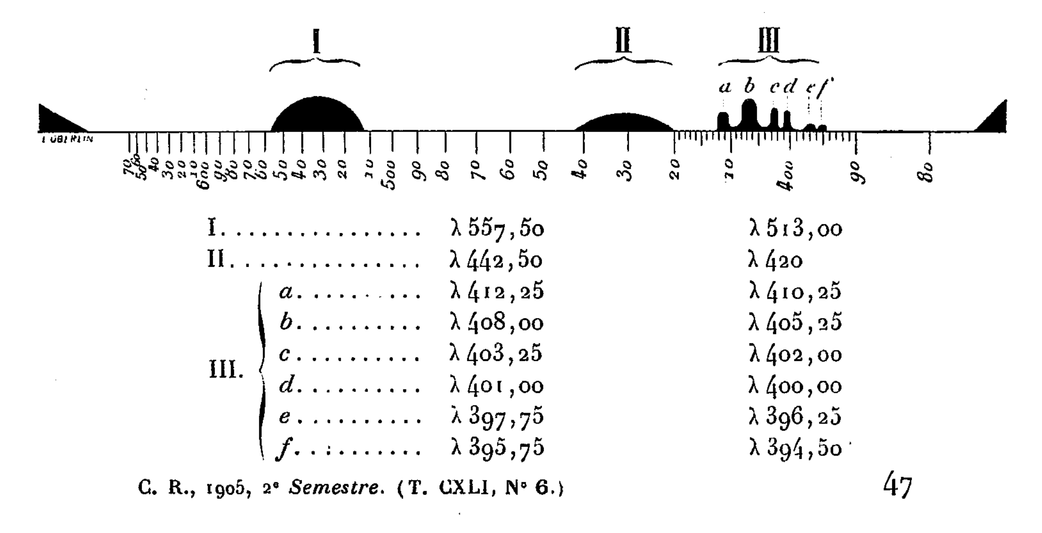
Il y a dans chacun de ces noyaux deux positions ortho libres en a et b pour l'un, a' et b' pour l'autre. Les quatre combinaisons possibles seront réalisées par la soudure en aa', en ab', en ba', ou en bb'. Il est facile de voir que, de l'une ou l'autre façon, il se formera toujours le même carbure, l'hydrure de 2.7.9.10 tétraméthylanthracène. On peut s'en rendre compte très simplement en faisant tourner par la pensée l'un ou l'autre des hexagones autour des diagonales pq et $p'q'$. Ainsi b et b' se substituent à a et a' sans que les CH^3 qui sont sur les axes de rotation changent de position indiquant que l'on retombe chaque fois sur le même isomère. C'est donc le 9.10 dibromure de 2.7.9.10 tétraméthylanthracène qu'a obtenu Anschütz par l'action du brome sur son carbure comme il eut par oxydation la 2.7 diméthylanthraquinone. Elle correspond à mon carbure B qui est donc bien le 2.7 diméthylanthracène.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre d'absorption des sels manganeux.* Note de M. **P. Lambert**, présentée par M. H. Moissan.

Les terres rares sont considérées comme plus spécialement affectées de bandes d'absorption, bien que toutes n'en donnent pas. En dehors d'elles, les sels d'uranium, de chrome, de cobalt possèdent quelques bandes dans la partie visible du spectre. Je me suis demandé si, en examinant avec soin les bandes larges de certains sels métalliques, on ne parviendrait pas à les décomposer en des groupes de bandes étroites comparables à ceux des terres rares.

Tout d'abord mes recherches ont porté sur les sels de manganèse. On sait que les sels ferreux absorbent la lumière ultra-violette à tel point que le spectre d'un sel de manganèse impur ne pourrait être photographié avec sûreté dans cette région. D'ailleurs, pour définir l'absorption d'une substance, il convient de la posséder aussi exempte que possible de corps étrangers et, dans ce but, j'ai purifié mes matériaux par de nombreuses précipitations à l'état de bioxyde de manganèse en milieu nitrique, selon la méthode de Beilstein. Les cristaux obtenus se sont montrés fort impurs tout d'abord et il a fallu commencer par préparer de l'acide azotique et du chlorate de potasse réellement exempts de fer. Avec des matériaux convenables, la purification du bioxyde de manganèse est parfaite, bien que longue.

La provision de bioxyde pur obtenue a été convertie en chlorure par dissolution dans l'acide chlorhydrique exempt de fer. Ce chlorure présente un spectre d'absorption très caractéristique dont le dessin ci-dessous donne une idée d'ensemble.



I.		λ 557,50	λ 513,00
II.		λ 442,50	λ 420
III.	*a*.	λ 412,25	λ 410,25
	b.	λ 408,00	λ 405,25
	c.	λ 403,25	λ 402,00
	d.	λ 401,00	λ 400,00
	e.	λ 397,75	λ 396,25
	f.	λ 395,75	λ 394,50

Il ne me semble pas que le manganèse soit seul à présenter une semblable absorption, et je me propose de revenir bientôt sur ce sujet.

THERMOCHIMIE. — *Thermochimie des hydrazones.* Note de M. **Ph. Landrieu.**

Nous avons déterminé, au moyen du calorimètre, la quantité de chaleur dégagée dans la réaction de quelques acétones et aldéhydes sur la phénylhydrazine, avec formation d'hydrazones. Nous avons déduit des nombres trouvés par nous et des nombres donnés par les précédents auteurs pour la chaleur de formation des aldéhydes ou acétones et de la phénylhydrazine, la chaleur de formation des phénylhydrazones.

Nous avons comparé ces chaleurs de formation avec celles que nous avons déduites des chaleurs de combustion déterminées au moyen de la bombe calorimétrique de M. Berthelot.

Nous sommes arrivé par ces deux voies différentes à des nombres qui concordent entre eux.

Avec l'aldéhyde et l'acétone ordinaires, nous avons opéré dans l'eau. La réaction est rapide et totale en présence d'une petite quantité d'acide sulfurique [quelques gouttes de SO^4H^2 ($1^{mol} = 2^l$) dans le calorimètre de 300].

Les aldéhydes et acétones d'un poids moléculaire plus élevé sont insolubles dans l'eau, nous les avons fait réagir dans l'alcool et nous avons calculé la chaleur dégagée en tenant compte de la chaleur spécifique du solvant.

Enfin, pour les aldéhydes salicyliques et anisiques dont les hydrazones sont insolubles dans l'alcool froid, nous avons employé comme milieu l'éther afin de n'opérer que sur des corps dissous. Nous nous sommes, à cet effet, servi d'un petit appareil complètement clos plongé dans l'eau du calorimètre et qui permet d'éviter toute perte de chaleur par évaporation de l'éther.

I. — *Phénylhydrazone de la diméthylcétone.*

On opère dans l'eau ($1^{mol} = 6^l$), et l'on tire des mesures calorimétriques :

Acétone liq. + phénylhydrazine liq. = phénylhydrazone liq. (¹) + H^2O liq.. $+10^{Cal},3$

Connaissant les chaleurs de formation de l'acétone diss., phénylhydrazine diss. et H^2O liq., on en déduit :

Chaleur de formation de phénylhydrazone liq.............. $45^{Cal},9$

(¹) Nous avons opéré sur l'hydrazone liquide, le corps cristallisé correspondant est un hydrate à $1^{mol}H^2O$. P. de f. 35°.

On a trouvé, d'autre part, par la bombe :

Chaleur de combustion de l'acétonephénylhydrazone liq..... $1217^{Cal},8$
» de formation » » ..... $44^{Cal},9$

II. — *Ethylidènephénylhydrazone.*

Même détermination que ci-dessus. Les mesures calorimétriques donnent :
Aldéhyde liq. + phénylhydr. liq. = éthylidènehydrazone crist. + H^2O liq... $+14^{Cal},6$

On tire de là :

Chaleur de formation de l'éthylidènephénylhydrazone crist.... $40^{Cal},0$

La bombe donne, d'autre part :

Chaleur de combustion de l'éthylidènephénylhydrazone crist. $1060^{Cal},3$
» de formation » » » $39^{Cal},1$

III. — *Benzylidènephénylhydrazone.*

Réaction dans l'alcool ($1^{mol} = 12^{l}$).

Benzaldéhyde liq. + phénylhydrazine (diss. dans l'alcool) = benzylidènehydrazone diss. dans l'alcool + H^2O diss. dans l'alcool............. $+14^{Cal},64$

On a déterminé, d'autre part :

Chaleur de dissolution de phénylhydrazine dans l'alcool....... $-0,78$
» » de H^2O dans l'alcool (12^{l})............ $0,25$
» » de benzylidènehydrazone dans l'alcool.. $-3,08$

On tire de là :

Chaleur de formation de benzylidènehydrazone.............. $11^{Cal},6$

On a trouvé avec la bombe :

Chaleur de combustion de benzylidènehydrazone........... $1619^{Cal},8$
» de formation.................................. $10^{Cal},1$

IV. — *Furfurylhydrazone.*

Réaction dans l'alcool.

Furfurol liq. + phénylhydrazine (diss. dans l'alcool) = furfurylhydrazone (diss. dans l'alcool) + H^2O (diss. dans l'alcool)................ $+14^{Cal},75$
Chaleur de dissolution dans l'alcool de furfurylhydrazone crist............. $3^{Cal},05$
On tire de là : Chaleur de formation de furfurylhydrazone crist............ $36^{Cal},1$

On a, d'autre part, trouvé :

Chaleur de combustion de F.-hydrazone.............................. $1348^{Cal},3$
Chaleur de formation... $34^{Cal},0$

V. — *Salicylidènehydrazone.*

On opère dans l'éther :

Ald. salicylique liq. + phénylhydraz. liq. = salicylhydrazone diss. dans éther + H^2O liq.	$+12^{Cal},6$
Chaleur de dissolution de salicylidènehydrazone crist. dans éther	$-1^{Cal},9$

On en déduit :

Chaleur de formation de salicylidènehydraz. crist	$43^{Cal},6$

La bombe donne :

Chaleur de combustion de salicylidènehydrazone	$1598^{Cal},2$
Chaleur de formation de salicylidènehydrazone	$41^{Cal},7$

VI. — *Anisylidènehydrazone.*

On opère dans l'éther comme précédemment :

Aldéhy. anisique liq. + phénylhy. liq. = anisylidènehydrazone + H^2O liq.	$+14^{Cal},8$
Chaleur de dissolution de l'anisylidènehydrazone	$-2^{Cal},1$

On en déduit :

Chaleur de formation de l'anisylidènehydrazone (la chaleur de formation de l'ald. anisique étant $53^{Cal},8$)	$38^{Cal},5$

On a, d'autre part :

Chaleur de combustion de l'anisylidènehydrazone	$1768^{Cal},2$
Chaleur de formation	$35^{Cal},1$

VII. — *Benzophénonephénylhydrazone.*

Quel que soit le solvant employé, la benzophénone ne réagit pas assez vite sur la phénylhydrazine pour que l'on puisse étudier la réaction au calorimètre. Nous avons déterminé la chaleur de formation de l'hydrazone correspondante par la bombe calorimétrique :

Chaleur de combustion de benzophénonehydrazone	$2354^{Cal},8$
Chaleur de formation	$-10^{Cal},1$

La réaction

Benzophénone sol. + phénylhydr. liq. = benzophénone hydr. sol. + H^2O liq. dégage	$10^{Cal},3$

VIII. — *Acétophénonehydrazone.*

Chaleur de combustion	1783^{Cal}
Chaleur de formation	$19^{Cal},4$

On en déduit :

Acétoph. liq. + phénylhydr. liq. = acétophénonehydraz. crist. + H^2O liq. + $9^{Cal},7$

Faisons remarquer, en terminant, que la chaleur dégagée dans l'action des acétones et aldéhydes sur la phénylhydrazone est sensiblement constante, surtout dans le cas des nombres déterminés au calorimètre. Elle varie de 12^{Cal} à 16^{Cal}. Elle est légèrement supérieure à celle dégagée dans la réaction des aldéhydes ou acétones sur l'hydroxylamine avec formation d'oximes, et que de précédentes recherches nous permettent d'évaluer à 10^{Cal}-13^{Cal}. Ceci explique le déplacement de l'hydroxylamine par la phénylhydrazine et la formation d'hydrazone aux dépens de celle-ci et des oximes.

Nous continuerons ces recherches par l'étude thermochimique des dioximes et des osazones.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Les propriétés mécaniques du fer en cristaux isolés.* Note de MM. **F. Osmond** et **Ch. Frémont**, présentée par M. H. Moissan.

Les fers et les aciers doux du commerce étant essentiellement des agrégats de grains cristallins polyédrisés, il semblerait naturel que l'étude de ces métaux, au point de vue de leurs propriétés mécaniques, eût pris pour point de départ le cristal isolé qui en est l'unité structurale.

Cependant, faute de matériaux appropriés, on ne sait encore rien des propriétés mécaniques du cristal de fer, si ce n'est qu'il possède un clivage facile parallèle aux faces du cube.

Grâce à l'obligeance de M. Wert, Directeur des établissements métallurgiques de Denain et Anzin, nous avons eu des fragments d'un rail d'acier qui, pendant quinze ans, avait servi d'armature à un four. Dans les régions où l'oxydation n'a pas été totale, le métal conservé sous une couche d'oxyde plus ou moins épaisse a perdu la plus grande partie de son carbone. Les autres éléments étrangers ont été scorifiés et, finalement, il est resté du fer presque pur qui s'est trouvé soumis, par places, aux conditions les plus favorables pour le développement de la cristallisation. Certains cristaux avaient pu atteindre un volume de plusieurs centimètres cubes et il était possible d'y tailler des barrettes, cristallographiquement orientées d'après les clivages apparents ou d'après les lamelles de Neumann, et de dimensions suffisantes pour les essais que nous avions en vue.

Traction. — Les barrettes de traction, avec leurs têtes, exigeant un volume relativement grand de métal, nous n'avons pu en obtenir qu'une seule, dont l'axe était parallèle à un axe quaternaire. Nous lui avons donné la forme préconisée par l'un de nous,

c'est-à-dire celle d'un tronc de cône de 28 millimètres de hauteur avec bases de 16 et 8 millimètres de diamètre respectivement. La petite base est reliée à une partie cylindrique de même diamètre et de 10 millimètres de long. La limite d'élasticité, déterminée par la position après rupture de la limite du dépolissage sur la surface tronconique polie, a varié de 13^{kg} à 16^{kg} par millimètre carré. La courbe enregistrée des déformations-charges donne un palier notable à $16^{kg},5$. La charge de rupture, rapportée à la section initiale, égale $27^{kg},8$. La contraction sur section rompue atteint 85 pour 100.

Compression. — Deux éprouvettes ont été prélevées dans le même cristal préalablement recuit au rouge cerise clair (environ 800°) et taillées sous forme de prismes. On a trouvé, la direction de l'effort étant parallèle à un axe,

	Quaternaire.	Ternaire.
Limite d'élasticité	$13^{kg},9$	$17^{kg},0$
Écrasement pour 100 par kilogramme au-dessus de la limite d'élasticité...	$0^{kg},34$	$0^{kg},29$

La limite d'élasticité est marquée sur la courbe enregistrée des déformations-charges par un point nettement angulaire.

Dureté. — La dureté a été mesurée par la méthode de Brinell, adaptation industrielle de la théorie de Hertz et des essais de M. Auerbach. Cette méthode consiste à appuyer sur une face polie, sous une pression donnée, une bille sphérique de rayon connu et à prendre le diamètre de l'empreinte avec un microscope muni d'un micromètre oculaire. Dans nos expériences, la pression était de 140^{kg} et le diamètre de la bille en acier trempé de 5^{mm}.

Nous avons trouvé, pour le diamètre des empreintes, en millimètres :

	Sur face		
Métal recuit.	p.	b^1.	a^1.
Au rouge très sombre (550°)...	1,540	1,500	1,484
Au rouge cerise clair (800°)...	1,642	1,602	1,533

Chaque chiffre représente la moyenne de quatre empreintes mesurées suivant deux diamètres rectangulaires.

Les empreintes sur faces cristallographiques ne sont pas exactement circulaires comme sur les métaux à grain fin. Elles ont une tendance à prendre un contour octogonal sur les faces p et b^1, hexagonal sur la face a^1 et ces contours ne sont pas toujours très nets. Il résulte de là une petite incertitude sur les mesures et, comme les différences constatées sur faces différentes ne dépassent pas beaucoup les limites des erreurs expérimentales, on peut se demander si elles sont certaines. Nous croyons cependant qu'il n'y a pas doute, parce que les deux séries sont concordantes entre elles et avec les essais de compression et aussi parce que les résultats sont d'accord avec les lois établies pour d'autres cristaux; on sait que les faces de clivage sont des faces de dureté minimum.

Flexion. — Trois barrettes ont été découpées, chacune dans un cristal unique, aux dimensions de $10^{mm} \times 8^{mm} \times 25^{mm}$ à 30^{mm}.

Deux de ces barrettes avaient leur axe longitudinal parallèle à un axe quaternaire du

cristal, tandis que, dans la troisième, l'axe longitudinal faisait un angle de 30° environ avec une face de clivage.

Cette dernière barrette, soumise sans entaille au choc d'un mouton de 10^{kg} tombant de 4^{m}, s'est repliée sans rupture contre le couteau du mouton avec une dépense de 36^{kgm}.

Une des éprouvettes dont la section transversale était parallèle à une face du cube a été soumise au même essai, également *sans entaille*. Elle s'est cassée sans prendre de flèche, avec une dépense de travail insignifiante et, naturellement, suivant un plan de clivage.

Une autre éprouvette semblable et semblablement orientée, entaillée cette fois sur la face en traction, au regard du couteau, d'un trait de scie de 1^{mm} de largeur et de profondeur, a été soumise à la flexion statique : on a pu la replier sans rupture contre le couteau et le métal de l'entaille s'est étiré avec un beau nerf.

Ces essais montrent que les propriétés mécaniques du fer en cristaux sont fonction de l'orientation cristallographique par rapport à la direction de l'effort.

La fragilité, très grande suivant les plans de clivage, est associée, contrairement à une opinion très accréditée encore, à une plasticité très grande suivant les autres directions : elle n'apparaît pas dans les essais statiques.

CHIMIE AGRICOLE. — *Classification et nomenclature des terres arables d'après leur constitution minéralogique (agricole).* Note de M. **H. Lagatu**, présentée par M. Müntz.

Par des Notes antérieures de MM. Delage et Lagatu [1] on a vu qu'il était possible d'effectuer une analyse minéralogique complète des terres arables en les observant en plaques minces. Mais cette analyse microscopique est uniquement qualitative et, si elle donne quelques indications sur l'abondance relative des diverses espèces minérales, il faut avoir recours à des séparations chimiques pour estimer la quantité de celles qui paraissent particulièrement importantes au regard de la technique agricole.

Sans vouloir assurer qu'une analyse plus détaillée eût été inutile, je me suis contenté jusqu'à ce jour de séparer un *lot calcaire*, un *lot siliceux* (sable et argile) et un *lot organique* (débris et humus), le complément étant constitué par des substances autres que le carbonate de chaux solubles dans l'acide nitrique étendu et froid (carbonate de magnésie, hydrates et

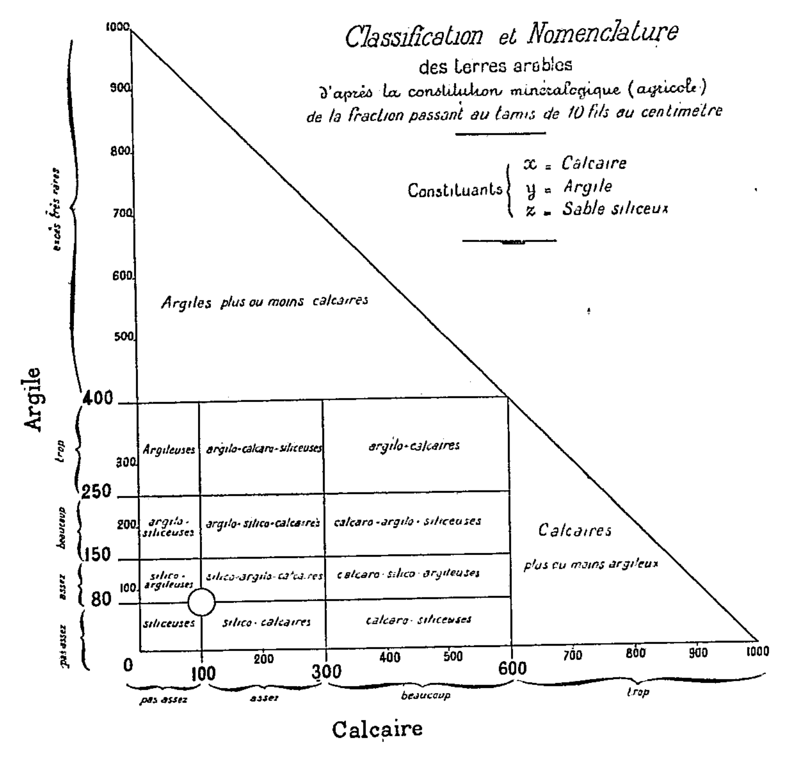
---

[1] *Comptes rendus*, 12 et 26 déc. 1904.

oxydes de fer, etc.). Le lot organique, sauf dans quelques cas particuliers, ne contribue que d'une manière négligeable à la masse de la terre : il convient d'en réserver l'interprétation à titre d'appendice et je n'en parlerai pas davantage dans cette Note.

Nous nous trouvons alors en présence uniquement du lot calcaire et du lot siliceux. Ce dernier contient l'argile, qu'on a regardée comme une individualité minéralogique spéciale. Cette opinion ne me paraît pas exacte ([1]). Toutefois, pour traduire dans les idées et le langage des agriculteurs les résultats de l'analyse des terres, il convient d'accepter les trois constituants minéralogiques essentiels qu'ils ont coutume de reconnaître : *calcaire, argile, sable siliceux.*

Comme dans le cas de l'analyse mécanique, l'analyse minéralogique agricole, que je viens de définir, confrontée avec les faits agricoles, m'a conduit à individualiser certains groupes de terres, dont le Tableau synoptique est présenté dans la figure ci-contre par le procédé graphique indiqué dans une précédente Note.



Les règles adoptées pour la nomenclature sont évidentes. Je dois faire remarquer

---

([1]) *Cf.* Delage et Lagatu, *Constitution de la terre arable*, 1904, Coulet, Montpellier.

que jusqu'à présent des dénominations analogues ont été adoptées sans cette signification précise. Cependant, pas plus que dans la classification mécanique, il ne faut accorder aux limites des groupes la netteté des lignes tracées pour les séparer.

En ce qui concerne les terres dont le calcaire n'atteint pas 100 pour 1000, il faut ajouter une désignation supplémentaire relative au calcaire, parce qu'une variation de la teneur en calcaire est d'autant plus importante pour la valeur agricole des terres qu'elle s'applique à des teneurs plus voisines de zéro.

Calcaire pour 1000.	Qualificatifs correspondants.
0 à 1	non calcaire
1 à 10	très peu calcaire
10 à 50	un peu calcaire
50 à 100	passablement calcaire

Il y a également lieu de faire état de la nature du calcaire, dont l'activité chimique peut être appréciée par sa subdivision en sables fin ou grossier et par sa vitesse d'attaque aux acides; mais je ne puis exposer ici ce détail d'interprétation.

Un des problèmes les plus attachants d'agrologie spéciale consiste dans l'interprétation simultanée d'un grand nombre d'analyses effectuées sur des terres présentant un intérêt commun. L'emploi de la représentation graphique, précédemment indiquée pour les constitutions mécanique et minéralogique des terres, présente dans ce cas un grand avantage. D'une manière générale, les associations qu'elle signale par le voisinage des points représentatifs s'accordent parfaitement avec celles dont on a la suggestion soit par l'examen microscopique, soit par l'opinion des cultivateurs. Elles s'accordent d'autre part avec celles que permet de prévoir la communauté d'origine géologique, dont un sérieux contrôle peut maintenant être fait par l'étude comparative, au microscope, des roches mères et des terres qui en dérivent; et cette filiation géologique prend un caractère d'autant plus étroit que les minéraux des roches, pour constituer une terre arable, sont, ainsi que M. Delage et moi l'avons constaté, simplement remaniés et non transformés. Disciple de M. Eugène Risler, j'étais depuis longtemps convaincu de l'importance à la fois scientifique et pratique de la classification des terres arables d'après leur origine géologique, classification exposée dans sa *Géologie agricole de la France*. Après quatorze années de recherches agrologiques, je trouve que cette conception se justifie davantage à mesure qu'on pénètre plus avant dans la connaissance des sols et que la classification générale domine légitimement les classifications analytiques dont j'ai tenté de préciser les cadres.

On voit que l'étude analytique des terres, outre qu'elle garde toujours,

malgré les critiques dont elle a été l'objet, l'intérêt d'un problème scientifique distinct, présente aussi une incontestable utilité pour définir, pour comparer les conditions des autres recherches et pour contrôler la généralisation de leurs résultats.

AGRONOMIE. — *Sur le rougeot de la vigne.* Note de MM. **L. Ravaz** et **L. Roos**, présentée par M. Müntz.

Le rougeot de la vigne, caractérisé par une accumulation de matière colorante rouge dans les feuilles, se produit dans des circonstances très variées.

Certains auteurs, notamment MM. Prillieux et Delacroix, ont vu la cause du rougeot dans le développement d'un parasite sur les feuilles, mais il se produit souvent en dehors de toute intervention parasitaire, sous l'influence de traumatismes ou de modifications importantes des conditions vitales, produits accidentellement ou intentionnellement.

C'est ainsi que la section d'une nervure d'une feuille amène le rougeot dans toute la portion du limbe au-dessus du point sectionné; que l'incision annulaire sur un rameau produit le rougissement des feuilles de ce même rameau, situées au-dessus du point incisé, tandis que celles du dessous restent vertes; qu'une ligature, quelquefois même produite naturellement par une vrille, qu'une cassure partielle, ou encore des sortes d'incisions annulaires, faites par des insectes, produisent les mêmes effets. La submersion, appliquée à une époque convenable, en modifiant profondément le régime de vie de la plante, produit encore un rougeot intense.

C'est le rougeot non parasitaire que nous avons étudié, en soumettant à l'analyse comparative divers organes du même âge et du même cépage, atteints ou non.

Dans les feuilles, nous avons trouvé, avec constance, une richesse nettement accusée en hydrates de carbone, pour le cas de la feuille rouge.

Les nombres suivants donnent la mesure des différences observées :

	Sucre.	Amidon.	Somme.
Feuille rouge........	6,73	8,41	15,14
» verte..........	6,22	4,99	11,21

Enfin, dans des analyses détaillées de souches saines et de souches atteintes de rougeot non parasitaire, nous avons pu observer que tous les organes des souches ma-

lades, sans exception, présentent un déficit très marqué en chaux et que, sauf pour les racines, il en est de même en ce qui concerne la magnésie.

Nature de l'organe.	Azote.	A. phos.	Potas.	Chaux.	Magnés.
Racine, plante saine.....	1,03	0,328	0,275	4,50	0,210
» » malade...	1,21	0,318	0,338	2,42	0,220
Tige, plante saine.......	0,51	0,235	0,360	2,64	0,237
» » malade.....	0,51	0,185	0,390	1,85	0,175
Sarments, plante saine...	0,75	0,231	0,757	1,85	0,424
» » malade.	0,54	0,216	0,767	1,31	0,360
Feuilles, plante saine....	1,18	0,346	0,700	7,46	0,855
» » malade..	0,77	0,387	0,460	5,61	0,610

Chiffres rapportés à la matière sèche.

Il n'existe dans les racines malades que 0,54 de chaux pour 1 dans la racine saine, 0,70 dans la tige et dans les sarments et 0,75 dans la feuille. Les mêmes rapports, en ce qui concerne la magnésie, sont respectivement pour les tiges, sarments et feuilles : 0,73, 0,84 et 0,71.

Ces faits nous ont semblé confirmer les théories de Bœhm et quelques autres auteurs sur la dissolution et la migration des hydrates de carbone.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Sterigmatocystis nigra *et acide oxalique.* Note de M. P.-G. CHARPENTIER, présentée par M. Roux.

Le *Sterigmatocystis nigra* (*Aspergillus niger* de Raulin) produit très souvent de l'acide oxalique dans les milieux sur lesquels on le cultive. Duclaux (¹) l'a prouvé, il y a longtemps déjà. Des Mémoires plus récents, parmi lesquels je citerai ceux de Wehmer (²), d'Emmerling (³), d'Heinze (⁴), sont venus tantôt confirmer, tantôt infirmer les conclusions de Duclaux. Des faits absolument contradictoires étant avancés de part et d'autre, j'ai cru faire œuvre utile en reprenant l'étude de cette question.

La plante a été cultivée purement dans des ballons de 1500^{cm^3} de capacité renfermant chacun 200^{cm^3} de liquide nutritif stérilisé à 120°.

(1) DUCLAUX, *Chim. biolog.*, 1883, p. 219 et *Ann. Inst. Past.*, 1889.

(2) WEHMER, *Bot. Zeit.*, 1891, p. 232 et suiv., et *Cent. f. Bact.*, 2e partie, 1897, p. 102.

(3) EMMERLING, *Cent. f. Bact.*, 2e partie, 1903, p. 273.

(4) HEINZE, *Cent. f. Bact.*, 2e partie, 1904 et 1905.

Pour déceler et, s'il y a lieu, doser dans le liquide de culture l'acide oxalique, je l'ai toujours précipité sous forme d'oxalate de calcium par la méthode de Berthelot et André (¹) et achevé l'analyse en employant le permanganate de potassium suivant le procédé bien connu.

Je me suis ainsi assuré que :

1° *Le* Sterigmatocystis nigra *peut, en se développant sur du liquide Raulin, produire de l'acide oxalique.* — Dans le liquide d'une culture, vieille de 6 jours, faite à 34° et dont le mycélium était naturellement tout noir, parce que la formation des conidies était achevée, j'ai pu doser 0g,062 d'acide oxalique.

2° *Le* Sterigmatocystis nigra *peut, en consommant du sucre, produire de l'acide oxalique.* — La plante a été cultivée sur du liquide Raulin dans lequel l'acide tartrique a été remplacé par $\frac{1}{500}$ d'acide sulfurique, comme l'avait fait Duclaux; au bout de 6 jours et demi de séjour à l'étuve à 34°, le mycélium est bien sporulé et le liquide sous-jacent renferme 0g,0189 d'acide oxalique.

3° *Le* Sterigmatocystis nigra, *cultivé en présence d'acide tartrique, comme seule source de carbone, n'excrète pas d'acide oxalique.* — Le liquide de culture employé est cette fois le liquide Raulin, dépourvu de sucre. Au bout de 9 jours de séjour à 34°, le champignon n'est encore que peu développé; le mycélium, au lieu de former un voile dur et épais à la surface du liquide, est constitué par une multitude de filaments blancs, qui plongent dans la profondeur et y ondoient, donnant un aspect en quelque sorte louche au liquide; les appareils conidiens sont peu nombreux et éloignés les uns des autres; le liquide a une réaction alcaline et ne contient pas trace d'acide oxalique.

Bien entendu cette conclusion, comme du reste les deux précédentes, ne vaut que dans les conditions strictes dans lesquelles l'expérience a été faite. Celles-ci viennent-elles à changer, même très légèrement, les résultats sont tout autres et c'est ce qui fait l'intérêt de la question. Que, par exemple, une culture sur liquide Raulin soit maintenue 10 jours dans une étuve à 18° et non plus à 34°, et le liquide ne renfermera point d'acide oxalique. Pour comprendre comment cela peut se faire, il faut étudier de près l'excrétion de l'acide par la plante.

Mettons simultanément en train à 34° plusieurs cultures de *Sterigmatocystis* sur

(¹) Berthelot et André, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. X, 1887.

liquide Raulin; chaque jour retirons un ballon de l'étuve pour y rechercher et, s'il le faut, y doser l'acide oxalique. Le Tableau suivant résume ce que nous observerons :

Durée de la culture.	État du mycélium.	Acide oxalique en milligrammes.
1 jour + 6 heures	mycélium blanc complet	0
2 » + 6 »	début de sporulation	0
3 » + 5 »	mycélium noir, sporulation achevée..	0
4 » + 6 »	»	14
5 » + 6 »	»	33,2

Ce qui frappe immédiatement, c'est que l'acide ne paraît dans le milieu de culture que quand la formation des conidies est, sinon achevée, du moins très avancée; j'ai du reste constaté le fait d'une manière constante; dans toutes mes cultures je n'ai jamais pu déceler d'acide oxalique dans les milieux avant le début de la sporulation.

Il est aisé de voir qu'il n'y a pas là une simple coïncidence fortuite; empêchons ou retardons la sporulation, du même coup nous empêcherons ou retarderons l'apparition de l'acide.

Prenons un ballon renfermant un mycélium bien développé, mais encore tout blanc, sur liquide Raulin; après nous être assuré que le liquide ne renferme pas d'acide oxalique, remplissons le ballon d'anhydride carbonique et remettons-le à l'étuve. La sporulation, complètement entravée, ne se fera point et même au bout de plusieurs mois nous ne pourrons trouver trace d'acide dans le liquide.

Si l'on maintient une culture de *Sterigmatocystis nigra* sur liquide Raulin à une température inférieure à 20°, on constate un retard très notable dans la formation des conidies; au bout de 15 jours elles n'ont pas commencé à apparaître (¹). Or, tant que n'est pas faite la sporulation, le liquide ne contient pas la moindre quantité d'acide oxalique.

La race de *Sterigmatocystis nigra* que j'ai cultivée pouvait donc, dans le même milieu, produire ou non de l'acide, suivant les conditions de vie qui lui étaient faites et, dans les cas que j'ai étudiés, l'apparition de cet acide était corrélative de la formation des spores.

Comme, en général, la plante sporule quand sa vie devient difficile, on peut dire que la plupart du temps la présence d'acide oxalique est le signe d'un état de souffrance.

(¹) RAULIN, *Études chimiques sur la végétation*, p. 123.

HISTOLOGIE. — *Sur la réparation des plaies des cartilages au point de vue expérimental et histologique.* Note de MM. V. CORNIL et PAUL COUDRAY, présentée par M. Edmond Perrier.

Aucune question n'a été plus controversée que celle de la réparation des plaies cartilagineuses. Si elle est résolue aujourd'hui en ce qui concerne les cartilages à périchondre, il n'en est pas de même pour les cartilages articulaires. A ce dernier point de vue, les derniers travaux de Lefas et de Permisi, loin de clore le débat, ont apporté de nouveaux éléments à la controverse.

1° *Cartilages à périchondre.* — Le processus de réparation des plaies de ces cartilages, dont le type principal est le cartilage costal, entrevu par Ollier, bien décrit par Legros, puis par Peyraud, a été vérifié depuis par différents expérimentateurs. Nous l'avons nous-mêmes étudié sur les cartilages costaux du lapin. La cicatrice, formée d'abord du tissu conjonctif né de la prolifération des cellules périchondrales, renferme bientôt du cartilage embryonnaire, et la cicatrice définitive est cartilagineuse. Nous avons établi que le cartilage embryonnaire apparaît dans le tissu conjonctif, non dans la troisième semaine, comme le pensaient Legros et Peyraud, mais dans le cours de la deuxième semaine.

2° *Cartilages articulaires.* — Il faut laisser de côté, dans la discussion du mode de *réparation propre du tissu cartilagineux*, certains faits cliniques, comme ceux de Mondière et de Broca, faits relatifs à des fractures intra-articulaires. Nous savons, en effet, par l'expérimentation que lorsqu'une plaie cartilagineuse intéresse en même temps le tissu osseux sous-jacent, les espaces médullaires ouverts donnent naissance à du tissu conjonctif qui gagne rapidement la cavité de la plaie cartilagineuse. Le même fait se produit lorsqu'une plaie du cartilage articulaire est effectuée au voisinage immédiat de la synoviale. En pareil cas, l'irritation produite sur cette membrane détermine sa prolifération, et en quelques jours la plaie cartilagineuse est envahie et comblée par du tissu conjonctif provenant de cette synoviale.

Même réduit au seul point de vue expérimental, le problème reste très discuté. Pour Ollier, la cicatrisation est fibreuse avec quelques éléments cartilagineux ; d'après Legros et Peyraud la cicatrice est d'abord fibreuse, puis cartilagineuse. Pour Gies les plaies du cartilage articulaire, du moins les plaies aseptiques, ne se réparent pas. D'après Lefas la cicatrisation des plaies très étroites a lieu par un tissu cartilagineux adulte d'emblée. Enfin Permisi a cité des résultats qui corroborent en partie ceux de Gies, en partie ceux de Lefas.

Nous nous sommes prémunis contre les causes d'erreur en pratiquant dans le fond de la gorge de la poulie fémorale de chiens des incisions n'intéressant que le cartilage et hors de l'atteinte de la synoviale.

a. Dans une première série d'expériences, nous avons opéré sur des chiens encore jeunes, mais presque adultes, de *quinze à dix-huit mois environ.* Dans les plaies faites avec un bistouri ordinaire, c'est-à-dire des plaies assez étroites, nous n'avons trouvé aucune réparation aussi bien au bout d'un mois qu'au bout de 8, de 12 et de 20 jours. Ces résultats sont donc en faveur de l'opinion de Gies qui conclut à la non réparation des plaies aseptiques des cartilages articulaires. Toutes nos opérations ont été aseptiques.

b. Une deuxième série d'expériences a porté sur de très jeunes chiens, de sept semaines à trois mois. Ici les résultats sont totalement différents, et la cicatrisation s'opère suivant le même mode que la réparation des cartilages costaux. Dans les premiers jours, la plaie est comblée par de la fibrine qui renferme bientôt dans ses mailles des globules blancs et de jeunes cellules de tissu conjonctif, comme lorsqu'il s'agit d'une plaie de la peau ou d'un tissu conjonctif.

La fibrine qui a servi de charpente à l'organisation du tissu de la cicatrice est bientôt remplacée par des fibrilles de tissu conjonctif en même temps que les cellules conjonctives se multiplient. Aussi, vers le quinzième jour, la fibrine a disparu, et la cicatrice par un tissu conjonctif fibrillaire très riche en grandes cellules plates, fusiformes. Ces éléments conjonctifs de la cicatrice, fibrilles et cellules, s'implantent perpendiculairement aux bords de la section et sont parallèles les uns aux autres, à direction horizontale. On y trouve des vaisseaux capillaires en petit nombre, contenant du sang en circulation.

Cet état conjonctif de la cicatrice fait place à du tissu cartilagineux dont nous avons constaté l'existence 50 jours après l'incision. Cette transformation du tissu conjonctif s'effectue par le procédé que nous avons décrit à propos du cal lorsque le tissu sous-périostique devient cartilagineux. Les fibrilles naissantes se gonflent et deviennent hyalines en s'imprégnant de chondrine. Elles entourent ainsi les cellules conjonctives en laissant autour d'elles un espace vide. La cellule conjonctive devient ainsi cellule cartilagineuse entourée de sa capsule; c'est un tissu cartilagineux embryonnaire.

Le cartilage ancien, de chaque côté de l'incisure, présente une zone très mince dans laquelle les cellules se mortifient. En dehors de cette zone, les cellules cartilagineuses prolifèrent si bien qu'on voit des capsules-mères contenant un grand nombre de cellules-filles.

Cette cicatrisation fibrineuse d'abord, puis cellulaire et enfin cartilagineuse du cartilage articulaire est due à ce que dans le jeune âge, de la naissance à l'âge de 3 mois et demi au moins, l'encroûtement cartilagineux articulaire est pourvu de vaisseaux sanguins. Il se conduit alors comme un tissu vascularisé. L'incision qui y est pratiquée ouvre fatalement des vaisseaux qui sont entourés de tissu conjonctif. Ce sont ce tissu conjonctif et ces vaisseaux qui fournissent les éléments de la cicatrice.

C'est dans l'âge différent des animaux en expérience qu'il faut chercher

l'explication des divergences qui existent dans les résultats obtenus. Nos conclusions concordent avec celles de Legros et Peyraud qui se sont servis d'animaux très jeunes (2, 3, 6 mois). Gies, au contraire, a dû expérimenter sur des chiens âgés de plus de 6 mois, c'est-à-dire dont les cartilages n'étaient plus vasculaires, d'où l'absence de cicatrisation.

Reste à expliquer le mode spécial de réparation invoqué par Lefas dans les plaies du cartilage articulaire adulte et retrouvé dans quelques cas par Permisi. Si l'on se reporte aux conditions dans lesquelles Lefas s'est placé, c'est-à-dire en pratiquant des plaies excessivement étroites, à tel point que leurs lèvres restaient au contact, on comprendra qu'il s'agit là de conditions spéciales et exceptionnelles. On peut admettre avec l'auteur qu'en pareil cas les cellules et capsules cartilagineuses qui bordent la petite plaie continuent à sécréter la substance fondamentale et à proliférer comme à l'état normal, constituant ainsi une cicatrice qui n'en est pas une à proprement parler, et qui n'est autre chose que du cartilage adulte et normal; nous n'avons toutefois pas vérifié ce processus.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les rôles respectifs de l'accommodation et de la convergence dans la vision binoculaire.* Note de M. **Léon Pigeon**, présentée par M. Th. Schlœsing.

Le stéréoscope présenté à l'Académie des Sciences dans la séance du 24 juillet (p. 247) donne, comme on l'a vu, dans un large champ, la restitution du relief. Cet appareil permet aussi d'effectuer diverses expériences relatives à la vision binoculaire. La présente Note expose l'une des plus simples.

Lorsque nous observons les objets naturels, deux facteurs, l'accommodation et la convergence, interviennent d'une façon simultanée, soit correctement, dans le cas de la vision normale, soit irrégulièrement, dans le cas de strabisme. Mais il est possible d'amener les yeux à accommoder pour une distance déterminée tout en convergeant pour une autre distance. L'une des manières les plus simples d'obtenir ce résultat est d'opérer comme il suit :

On se procure deux légendes, l'une de sens recto, l'autre de sens verso, égales et alignées sur la même droite. On les obtient, par exemple, en prenant une feuille de papier noir, y formant un pli, menant une perpendiculaire à ce pli, qui formera l'alignement des deux légendes, et découpant au canif, dans la double épaisseur, les

caractères qui forment la légende; enfin, en se servant de ce papier noir perforé comme d'un négatif pour en tirer des épreuves. Observées au stéréoscope dièdre, ces épreuves semblent n'en former qu'une, établie sur le panneau droit. Il est manifeste que, si l'axe de symétrie des légendes coïncide avec l'arête du dièdre, l'épreuve droite recto et l'image virtuelle de l'épreuve gauche verso occuperont les mêmes points de l'espace; on dira, pour abréger, que les deux légendes sont alors en coïncidence.

Si l'on déplace alors quelque peu vers la droite la feuille portant les deux légendes, on voit la légende droite recto s'éloigner vers la droite, tandis que l'autre, s'approchant de l'arête, semble cheminer vers la gauche. L'écart apparent que prennent les deux légendes est double du déplacement dont on a fait glisser la feuille. Dans cette nouvelle position, les deux légendes sont dites *être en position de décroisement*. Le décroisement venant à croître, les regards menés à des points homologues atteignent la position de parallélisme, puis, après l'avoir dépassée, se mettent en divergence.

Inversement, si l'on ramène la feuille en sens contraire, on retrouve les positions précédentes, et l'on revient à la coïncidence. On peut même facilement dépasser cette position, et amener les épreuves en position de croisement.

Les décroisements, lorsqu'on les produit d'une manière progressive, sont facilement suivis par les yeux, même au delà de la position de parallélisme; la fusion optique des deux légendes subsiste alors, mais les légendes décroisées donnent l'illusion de figures de plus en plus grandes et lointaines. Ce résultat est d'accord avec ce que prévoit l'étude géométrique du phénomène; mais il est d'autres conséquences de cette étude géométrique que l'observation ne réalise pas. C'est ainsi que l'on ne peut obtenir l'illusion de légendes situées à distance infinie, correspondant à la position de parallélisme. Le passage par cette position remarquable ne se traduit pour l'observateur par aucune sensation particulière; aussi cette position ne saurait être exactement reconnue par la simple observation.

C'est que, pendant toute l'expérience, tandis que les regards ont convergé ou divergé dans des conditions très diverses, les yeux ont invariablement accommodé pour une distance restreinte, celle de l'épreuve.

Par suite, le sens de l'accommodation et le sens de la convergence n'ont fourni à l'observateur d'indications concordantes, conformes à ce que l'on voit dans la nature, que dans un seul cas, celui de la coïncidence des deux légendes. Pour toute autre position, mais surtout pour les positions de parallélisme ou de divergence, il y a désaccord entre les témoignages fournis par la convergence et par l'accommodation. Dans ces conditions, le témoignage, plus précis, de l'accommodation influe surtout pour déterminer l'éloignement apparent de la légende; beaucoup moins net que le premier, le témoignage donné par la convergence se trouve rejeté, ou tout au moins réduit à une importance secondaire.

Le stéréoscope dièdre, grâce aux divers déplacements qu'il permet, grâce aux écarts qu'il comporte, écarts dont on peut varier à son gré le sens et la grandeur, tout en les mesurant avec exactitude, permet d'aborder

dans des conditions nouvelles l'étude et le traitement des diverses formes du strabisme.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure géologique du Sahara central.* Note de M. ÉMILE HAUG.

L'étude paléontologique des matériaux recueillis par M. F. Foureau au cours de ses explorations successives dans le Tassali des Azdjer m'a permis d'établir, d'une manière certaine, l'existence, dans cette région, des termes suivants, représentés par des couches fossilifères :

1° Schistes siluriens à *Climacograptus;* 2° grès éodévoniens; 3° Dévonien moyen; 4° grès et calcaires moscoviens et ouraliens; 5° argiles et grès albiens à *Ceratodus* et vertèbres de Sélaciens; 6° Cénomanien.

C'est à M. Foureau que revient, incontestablement, le mérite d'avoir découvert plusieurs de ces termes, qui n'avaient pas été signalés antérieurement dans l'Afrique du Nord, ou dont la présence y était encore douteuse.

Dans toute cette succession, malgré les grandes lacunes que l'on y constate, il n'existe aucune discordance importante, correspondant à des mouvements orogéniques. En revanche, la base de la série sédimentaire est probablement partout discordante sur les terrains cristallophylliens fortement redressés. Les terrains du Tassili des Azdjer et de l'erg d'Issaouan n'ont donc subi, postérieurement à leur dépôt, que de faibles redressements, occasionnant, par exemple, la légère discordance qui semble exister entre le Dévonien et le Carbonifère.

La transgression mésocrétacée a été précédée de mouvements peu importants, qui n'ont eu d'autre résultat que de mettre les couches albiennes ou cénomaniennes en contact, tantôt avec le Dévonien inférieur, tantôt avec le Carbonifère. Toute la région sédimentaire traversée par les itinéraires sahariens de M. Foureau est donc essentiellement un pays d'allures tabulaires.

Telle n'est pas la conception à laquelle on est conduit lorsqu'on cherche à résumer les résultats géologiques des explorations effectuées dans ces dernières années dans des régions plus occidentales du Sahara, en particulier sur la frontière marocaine.

Tout d'abord la succession des terrains n'y est pas tout à fait la même que dans le Tassili : le Dévonien ne paraît plus être réduit à ses termes inférieurs, les grès éodévoniens admettent de puissantes intercalations marneuses, le Dévonien supérieur

est bien développé, en particulier dans le Gourara et dans la région traversée par l'oued Saoura; enfin, le Carbonifère inférieur est bien représenté et semble concordant avec le Dévonien supérieur; les termes supérieurs du Carbonifère paraissent, par contre, faire défaut. Cet ensemble de terrains concordants est fortement redressé et présente des plissements dont les directions oscillent du Nord-Ouest au Sud-Est.

Il est extrêmement difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de délimiter vers l'Est et vers le Sud ce faisceau de plissements postcarbonifères.

Il résulte des observations du capitaine Besset et de M. E.-F. Gautier que, dans le Mouydir occidental et l'Ahnet, les couches dévoniennes sont fortement redressées et ont pris part au plissement, mais elles semblent moins plissées que leur substratum de schistes cristallins. Les plis postdévoniens se sont produits sur l'emplacement même des plis antédévoniens, mais avec une moindre intensité. Dans l'un et l'autre cas, les directions sont à peu de chose près Nord-Sud.

Plus au Sud, les grès dévoniens constituent, d'après les mêmes explorateurs, des plateaux où les couches sont sensiblement horizontales, tandis que, dans l'Adrar, les terrains cristallins forment encore des bandes orientées Nord-Sud. M. Foureau a observé la même disposition dans l'Aïr, où, à partir d'Agadès, les terrains cristallins s'enfoncent sous une couverture de grès d'âge indéterminé. De même, dans le Hoggar, dans le Tifedest, au nord du Tassili des Ahaggar, les bandes cristallophylliennes ou granitiques accusent toujours les mêmes directions méridiennes, qui sont ainsi le trait dominant de la structure géologique du Sahara central et méridional.

Mais, tandis que dans le Nord les terrains dévoniens et carbonifères ont pris part au plissement, dans le Sud la série métamorphique antédévonienne est seule plissée, et il semble qu'il existe entre les deux régions une zone de passage où les terrains carbonifères ont subi seulement de légères ondulations. Les plis postcarbonifères du Mouydir et de l'Ahnet doivent donc, à mon sens, être envisagés comme des mouvements posthumes consécutifs aux plissements antédévoniens.

De ce qui précède il est permis de conclure que le Sahara septentrional et central comprend deux régions essentiellement distinctes : une région de plissements postcarbonifères et une région tabulaire, où les plissements sont antérieurs au Dévonien et probablement même au Silurien supérieur et où les terrains dévoniens et carbonifères n'ont été que peu dérangés de leur horizontalité primitive.

Le premier système a été comparé à juste titre à la chaîne hercynienne ou armoricaine-varisque. Les plissements y sont de même âge et leurs directions se rapprochent de celles que l'on observe dans l'ouest du Plateau Central et dans la Meseta ibérique.

Le deuxième système rappelle en tous points la chaîne calédonienne. Comme dans le centre de la Grande-Bretagne, les plissements sont antérieurs au Silurien supérieur et des mouvements de moindre importance ont eu lieu postérieurement au Dévonien inférieur. La chaîne calédonienne marque un accroissement, vers le sud, du continent nord-atlan-

tique et les transgressions dont cette aire continentale est désormais le théâtre ont un caractère de généralité qui se retrouve aussi sur le continent africano-brésilien.

De même que l'Atlas saharien, qui appartient aux Dinarides de M. Suess, forme la contre-partie de la *chaîne des Alpes,* la chaîne postcarbonifère du Sahara septentrional et la région immense du Sahara où le Dévonien a conservé sensiblement son horizontalité primitive constituent, de l'autre côté de la Méditerranée, les homologues de la *chaîne armoricaine-varisque* et de la *chaîne calédonienne.*

Mais, tandis que ces deux chaînes accusent, dans le nord de l'Europe, un certain parallélisme, au moins sur une partie de leur parcours, il y a, dans l'Afrique septentrionale, croisement ou superposition et non juxtaposition des plissements antédévoniens et postcarbonifères. Toutefois ces derniers n'ont pas affecté les régions du Sahara situées au sud de l'Ahnet, du Mouydir et du Djoua.

Il semble donc se confirmer que le vaste géosynclinal qui, au début de l'ère paléozoïque, comprenait presque toute l'Europe et l'Afrique du Nord, séparant le continent nord-atlantique ou huronien de la *terre de Gondwana,* soit allé en se rétrécissant graduellement, à mesure que, au Nord comme au Sud, de nouvelles chaînes venaient accroître l'étendue de ces aires continentales. Les chaînes successives ne se sont pas toujours édifiées suivant des zones parallèles, elles se coupent et, par places, se superposent, s'accommodant comme elles peuvent d'un terrain déjà antérieurement plissé. Aussi, à mesure que l'étau se resserre, le dessin des chaînes se complique et le phénomène de plissement prend une plus grande ampleur.

M. **A. Guépin** adresse une Note sur le *Traitement rationnel de l'hypertrophie prostatique sénile.*

La séance est levée à 3 heures et demie.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AOUT 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude de l'atmosphère solaire autour des taches.* Note de M. **H. Deslandres.**

Le grand intérêt qui, en tout temps, s'attache aux recherches solaires, est accru à l'heure actuelle par l'abondance des taches et par la proximité d'une éclipse totale du Soleil; il est augmenté aussi par l'application des méthodes nouvelles qui assurent la reconnaissance journalière de la chromosphère solaire et de ses vapeurs, non plus seulement au bord solaire extérieur (comme dans les éclipses), mais dans la partie, beaucoup plus étendue, qui est à l'intérieur du bord, projetée sur le disque lui-même. Ces méthodes sont appelées à une grande extension; car elles donnent, dans la demi-sphère entière tournée vers la Terre, l'image et les détails de chaque vapeur solaire qui offre une raie d'émission ou d'absorption. La lumière de la raie brillante ou noire est isolée complètement ou dégagée nettement des radiations voisines par des appareils spéciaux (appelés communément *spectrohéliographes*) et donne un résultat fort utile sur l'état de la vapeur. Même la méthode décèle les couches successives d'une même vapeur, lorsque ces couches se distinguent par des largeurs différentes de la même raie.

Le champ nouveau offert à l'investigation est extrêmement vaste, puisque le nombre des raies solaires atteint 20000; mais il exige des appareils compliqués et coûteux, qui même doivent avoir de grandes dimensions, lorsque l'on veut isoler les raies noires très fines du spectre solaire, et l'emploi de la nouvelle méthode est en réalité difficile.

L'étude avec les raies noires très fines est à peine ébauchée, et par cela

même particulièrement intéressante, puisqu'elle peut fournir des résultats nouveaux, en particulier sur la répartition des diverses vapeurs dans le Soleil. Mais pour la reconnaissance des mouvements et des phénomènes généraux de l'atmosphère solaire, les raies larges et surtout les raies à renversement simple et double sont très probablement plus avantageuses; car elles donnent immédiatement, avec des appareils relativement simples, l'état des choses dans plusieurs couches superposées de l'atmosphère. J'ai indiqué déjà à ce point de vue (de 1892 à 1894) la valeur des raies H et K attribuées au calcium, qui sont les plus larges du spectre solaire et celles qui offrent le double renversement le plus net. Elles présentent en effet trois composantes bien distinctes et faciles à séparer qui sont la large raie noire appelée H_1 ou K_1, la raie brillante double H_2 ou K_2 et la petite raie noire centrale, H_3 ou K_3, et qui correspondent à des couches atmosphériques de hauteur croissante. Même j'ai publié en 1894 quelques résultats nouveaux obtenus avec ces composantes sur les mouvements généraux de l'atmosphère solaire (*Comptes rendus*, t. CXIX, p. 457).

J'ai employé dans ces recherches avec les raies H et K deux spectrohéliographes de nature différente, un spectrographe dit *des formes*, à faible dispersion et à mouvement continu, qui enregistre l'image même de la vapeur, et surtout un spectrographe dit *des vitesses* ou *par sections*, à grande dispersion et à mouvement discontinu, qui enregistre les mouvements radiaux et les détails des renversements.

Les raies de l'hydrogène, d'autre part, sont aussi des raies larges, intéressantes et utiles au même point de vue. Récemment, en 1903, Hale et Ellermann ont fait une étude spéciale de ces dernières raies avec le grand réfracteur de $1^m,05$ de l'observatoire Yerkes et un spectrohéliographe des formes de grande dispersion qui isole le centre de la raie. Ils ont obtenu de magnifiques images et ont annoncé un résultat fort curieux : parfois, à l'emplacement des facules, l'image ne présente plus, comme à l'ordinaire, des plages brillantes, mais des plages qui sont, au contraire, noires par rapport au fond.

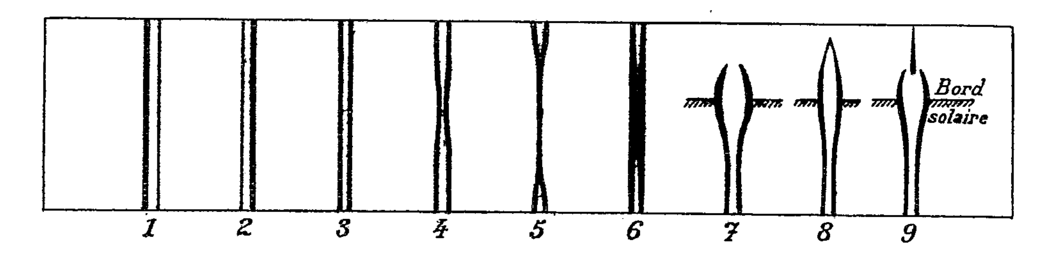
Lorsque les auteurs américains ont publié ce dernier résultat, je n'ai pas hésité sur son explication, car j'avais déjà (en 1894) prévu un résultat analogue pour les images du calcium avec la petite raie noire centrale K_3, grâce à l'étude méthodique de ces raies, poursuivie sur le disque entier avec un spectrohéliographe par sections. (Voir la Note des *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 148.)

Après avoir remarqué dans cette Note que les images des couches basses et moyennes, dues aux composantes K_1 et K_2, ont été déjà obtenues, et que l'image de la couche supérieure doit être recherchée avec la composante K_3, j'ajoute : « Cette dernière image, d'après les résultats fournis par les spectrographes par sections, ne présentera pas toutes les plages brillantes des couches inférieures; elle permettra de créer entre les flammes faculaires (ou plages brillantes avec la composante K_2) une distinction utile à l'étude de l'atmosphère solaire autour des taches. » En effet, la raie noire K_3

qui, il ne faut pas l'oublier, est comprise entre les deux raies brillantes de K_2, a une largeur très variable qui peut être nulle ou dépasser la largeur ordinaire de la seconde fente du spectrohéliographe. La disparition de certaines plages brillantes ou autrement dit la substitution d'une plage noire à une plage brillante s'explique aisément.

Pour expliquer le résultat de Hale et Ellerman, j'ai rappelé, en juin 1904, que les raies de l'hydrogène (H_α et H_β principalement) offraient un double renversement, en général partiel, mais bien visible sur certains points des facules, quoique beaucoup moins net que celui du calcium. Le même fait a été signalé déjà, en 1895, par Young à la base des protubérances au bord solaire. Les images de Hale et Ellermann apparaissent comme formées en certains points par la lumière des couches supérieures, et en d'autres par un mélange des couches supérieures et moyennes. En réalité, elles sont complexes.

Le spectrohéliographe des formes, avec les raies précédentes qui sont larges et de



facile expansion, a, en effet, un grand inconvénient que j'ai signalé déjà à diverses reprises : *il a une fente de largeur constante, alors que la raie à isoler a une largeur variable.* L'image est présentée, il est vrai, comme une image strictement monochromatique, laquelle a une signification précise, au moins pour le physicien; mais, dans la reconnaissance de l'atmosphère solaire elle-même et de ses vapeurs avec leur intensité réelle, cette image est souvent en défaut, et, pour s'en convaincre, il suffit de supposer deux vapeurs dont les raies soient brillantes, mais inégalement larges; une fente qui a la largeur de la raie la plus mince devra rejeter une partie de la lumière de l'autre raie, et les deux vapeurs seront représentées dans l'image finale avec des intensités inexactes. La perturbation et la confusion seront encore plus grandes, si la raie brillante a un renversement central qui lui-même a une largeur variable.

Je crois devoir insister sur tous ces points au moment où les recherches solaires sont à l'ordre du jour et vont être discutées prochainement dans un congrès international. La largeur très variable des raies K_2 et K_3 saute aux yeux, sur le dessin schématique de ces raies, publié en 1904 (*Comptes rendus,* t. CXXXVIII, p. 1380) qui réunit les aspects divers de ces raies sur mes épreuves de 1891 à 1894; elle n'est pas facilement compatible avec la largeur constante du spectrohéliographe des formes. Aussi, sans méconnaître l'utilité de ce dernier appareil (puisque autrefois j'ai réclamé son emploi), j'ai donné la préférence au spectrohéliographe des vitesses pour la reconnaissance précise et complète des couches supérieures. L'appareil, de grande dispersion, devra donner les spectres de sections successives très rapprochées, et réduits presque abso-

lument aux raies K_2 et K_3, de manière à mieux donner les formes générales, tout en décelant les détails des renversements. J'ai même proposé de réunir par des courbes, analogues aux courbes de niveau des cartes topographiques, les points du Soleil ayant la même largeur de la raie K_3; la chromosphère supérieure, qui a des formes très accidentées, serait représentée par des courbes, comme les pays de montagnes.

Or j'ai repris récemment ces études, avec des spectrographes par sections mieux disposés que dans mes premières recherches de 1894, et je présente ici quelques résultats relatifs aux taches, obtenus avec le concours de M. d'Azambuja, astronome assistant.

A Meudon, comme à Paris en 1894, j'emploie deux spectrohéliographes, l'un de faible dispersion à un prisme, et l'autre de forte dispersion à un réseau; ils sont portés par une même table mobile qui peut, à volonté, avoir un mouvement continu pour l'enregistrement des formes ou un mouvement discontinu pour l'enregistrement des vitesses. La lumière solaire leur est envoyée par un objectif astronomique de $0^m,20$ d'ouverture et $3^m,10$ de distance focale et un sidérostat polaire de $0^m,30$.

Le spectrographe à réseau, facile à monter et à démonter, a reçu des formes assez différentes; une des plus employées est la suivante : le collimateur a $0^m,50$ et la lunette $1^m,50$, et leurs deux lentilles sont éloignées du réseau de $0^m,60$ environ, donc plus éloignées qu'à l'ordinaire. On a voulu rapprocher le réseau du petit cercle (large de 33^{mm} et situé environ à $0^m,60$) qui représente l'image conjuguée du grand objectif astronomique par rapport à la lentille du collimateur, et concentre sur sa petite surface tous les rayons solaires ([1]). Le réseau, dont la partie striée a 56^{mm} sur 80^{mm}, est donc largement suffisant pour donner l'image entière du Soleil, qui a environ 95^{mm} de diamètre; employé dans le quatrième ordre, il a une dispersion largement suffisante pour donner les détails des raies K_2 et K_3, et la pose, avec un Soleil haut sur l'horizon et les plaques nouvelles très sen-

([1]) Ce petit cercle jouit de propriétés géométriques utiles à connaître dans l'établissement des spectrohéliographes. Il ne varie pas ou même diminue lorsque la distance focale et l'ouverture de l'objectif astronomique augmentent dans la même proportion, d'où la possibilité, jusqu'alors méconnue, semble-t-il, d'avoir de grandes images solaires avec un petit réseau. Les lentilles du spectrographe seules doivent augmenter avec l'objectif astronomique. Ainsi, prenons comme exemple le grand spectrohéliographe de 1903 de l'observatoire Yerkes. Avec le même collimateur et la même chambre, longs de 1^m, il aurait pu donner l'image entière du Soleil, large de 18^{cm}, si le réseau, large de 5^{cm} au minimum, avait été placé, non plus tout près de la lentille collimatrice, mais à 1^m de distance.

sibles, est comprise entre 1 et 2 secondes. Le nombre des sections est notable et en général de 180 pour le disque entier.

En 1894, à Paris, avec le spectre de 4ᵉ ordre du même réseau, l'image solaire avait seulement $0^m,50$ avec une lentille de chambre de $1^m,30$, et le nombre des sections était de 65. Les conditions actuelles sont donc plus favorables.

Or les nouvelles épreuves montrent avec une netteté plus grande un phénomène déjà décrit succinctement en 1894, indiqué d'ailleurs dans le dessin schématique de 1904, et qui est l'élargissement progressif et régulier des raies K_2 et K_3 du calcium sur le disque lorsqu'on s'approche du bord solaire.

Je suppose que l'on examine d'abord des points ordinaires du disque, éloignés d'une tache et d'une facule. Au centre du Soleil, les deux composantes brillantes de K_2 sont dissymétriques, la composante rouge étant, en général, plus mince, et la raie K_3 apparaît déplacée vers le rouge par rapport à la raie K_2. J'ai déjà indiqué, en 1894, ces particularités qui annoncent un mouvement d'ascension des vapeurs productrices de la raie K_2 et un mouvement de descente des vapeurs K_3. Lorsqu'on se rapproche du bord, la dissymétrie diminue et, près du bord, devient imperceptible, ce qui s'explique parce que les différences de vitesses radiales des vapeurs par rapport à la Terre diminuent elles-mêmes jusqu'à devenir nulles. En même temps, les deux composantes de K_2 s'écartent progressivement, laissant entre elles une raie K_3 qui s'élargit de la même quantité. Ce dernier fait, sur lequel je dois insister, est très net avec une grande image solaire, plus régulier et progressif que ne l'indiquent les dessins déjà publiés. Il tient évidemment à l'épaisseur constamment croissante sous laquelle se présente la chromosphère, pour le rayon Soleil-Terre, lorsque l'on va du centre au bord [1]. Si l'on admet pour la chromosphère une hauteur de 10″ d'arc, l'épaisseur près du bord est au moins dix fois plus grande qu'au centre.

Ainsi donc, l'observation seule, en dehors de toute théorie et de toute application, nous apprend que les vapeurs de la raie brillante K_2 et aussi de la raie K_3 donnent une raie plus large lorsque leur épaisseur augmente; cette propriété va nous permettre d'interpréter plus facilement les phénomènes complexes offerts par l'atmosphère solaire au-dessus des taches et facules et dans leur voisinage.

---

[1] Les raies noires ordinaires du spectre solaire, lorsqu'on va du centre au bord, subissent aussi un élargissement, mais moins net et plus difficile à reconnaître.

Sur le noyau de la tache, la raie K_2, peu intense en général, est fine et simple, ou, si elle est double, elle est à peine dédoublée. Sur la pénombre, l'élargissement de K_2 et K_3 augmente rapidement, de manière que les raies ont la forme tronconique. Puis, tout autour de la pénombre, et dans une zone de la facule que j'appellerai la *zone moyenne*, les deux composantes de K_2, en général égales, sont fortes, et séparées par une raie K_3 qui est fine. Enfin, au delà, une autre zone, qui entoure la première et la tache, et que j'appellerai *zone extérieure*, est caractérisée par une augmentation nette de largeur de K_3, qui se fait aux dépens des composantes K_2 ou s'accompagne aussi d'un élargissement de la raie K_2. C'est cette troisième zone, ou zone extérieure, qui, dans les images des spectrohéliographes des formes, donne les plages noires par rapport au fond. Ces variations des raies sont assez visibles sur l'épreuve par sections que j'ai publiée en 1894 dans le *Bulletin astronomique*, et qui se rapporte à une tache de février 1892.

De cet exposé des faits on peut conclure que les chromosphères basse et moyenne manquent au-dessus du noyau dans les taches, ce qui est confirmé par les images des formes, obtenues de 1894 à 1897 à Paris, qui montrent une échancrure de la chromosphère lors du passage au bord de fortes taches (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 879). Dans la pénombre, elles réapparaissent progressivement. Dans la zone moyenne, la chromosphère moyenne est intense et la chromosphère supérieure peu épaisse; cette zone est d'ailleurs le siège de mouvements notables, indiqués par l'inclinaison fréquente de la raie K_3 par rapport à la raie K_2, inclinaison qui, parfois, a pu être expliquée par un mouvement tourbillonnaire analogue à celui des cyclones terrestres et de même sens; cette région doit être le siège des protubérances dites *éruptives*.

Enfin, la zone extérieure est caractérisée par une augmentation d'épaisseur de la chromosphère supérieure, augmentation qui, parfois, est considérable si l'on en juge par l'accroissement notable en largeur de la raie K_3. Les mouvements des vapeurs, d'autre part, d'après l'allure des deux raies, sont très réduits. Cette zone est celle des protubérances quiescentes qui forment dans l'atmosphère une sorte de saillie dessinant une courbe fermée autour de la tache. Le passage d'une zone à la voisine se fait graduellement, et la largeur de chaque zone est variable autour de la tache.

Tels sont les résultats généraux, fort intéressants, que donne l'étude des raies K_2 et K_3 autour des taches; il semble que la matière chromosphérique, rejetée des couches basse et moyenne du noyau, soit reportée dans la zone extérieure et dans la couche supérieure par des forces analogues à

celles qui donnent dans notre atmosphère les cyclones et les anticyclones. Ces remarques sont donc favorables à l'hypothèse déjà ancienne de Faye pour l'explication des taches. Mais les matériaux recueillis ne sont pas encore assez nombreux pour permettre une discussion complète des théories en présence. Il faut d'abord organiser l'enregistrement continu (réclamé depuis 1893) des formes et des mouvements des vapeurs dans toutes les couches successives.

L'enregistrement sera poursuivi surtout avec les spectrographes par sections et avec les raies H et K, qui sont de beaucoup les plus sensibles aux variations de pression et d'excitation électrique. Il décèlera les phénomènes qui précèdent, accompagnent et suivent les taches dans l'atmosphère solaire, et permettra de prévoir leur apparition. Jusqu'à présent, l'astronome a été mal armé pour l'étude des taches; il était comparable à un météorologiste qui aurait à expliquer les variations d'une mer de nuages, sans connaître les variations de l'atmosphère gazeuse ambiante. Les nouvelles méthodes lui assurent de puissants moyens d'investigation.

CORRESPONDANCE.

CHIMIE. — *Sur les gaz produits par l'actinium.* Note de M. **A. Debierne**, présentée par M. P. Curie.

On sait que les solutions des sels de radium dégagent d'une manière continue du mélange tonnant $H^2 + O$ résultant de la décomposition de l'eau, sous l'influence du radium. MM. Ramsay et Soddy ont montré que ce mélange contenait également une très petite quantité d'*hélium*, et l'on admet aujourd'hui que cet hélium résulte de la désagrégation de l'atome de radium.

J'ai fait depuis plusieurs mois un grand nombre d'expériences avec une solution de bromure de radium et avec les sels d'actinium en solution ou à l'état solide et j'ai constaté la formation de l'hélium aussi bien avec les sels d'actinium qu'avec ceux de radium.

Le dispositif expérimental que j'ai utilisé est peu différent de celui employé par MM. Ramsay et Soddy. Le mélange gazeux est introduit dans un tube de verre contenant différentes substances pour absorber tous les gaz susceptibles de réagir chimiquement : l'oxygène est absorbé par du cuivre chauffé, l'absorption de l'hydrogène est obtenue par l'action de

l'oxyde de cuivre chauffé et de l'anhydride phosphorique, l'oxyde de cuivre transforme en même temps les gaz carbonés en gaz carbonique qui est absorbé par de la potasse, enfin l'azote est absorbé par du lithium pur (1).

La plupart des autres gaz, chlorés, sulfurés, etc., sont absorbés dans ces conditions et les gaz non absorbés, qui sont ceux de la famille de l'argon, sont comprimés à l'aide du mercure dans un petit tube capillaire portant deux électrodes de platine et ayant environ 2^{mm^3} de capacité. Le spectre du gaz a été observé dans un spectroscope assez dispersif, à vision directe, avec lequel des mesures de longueurs d'onde sont obtenues avec une erreur d'une ou deux unités sur le quatrième chiffre significatif, et l'on a pu obtenir des photographies du même spectre, avec un spectrographe à lentilles et prismes de quartz, sur lesquelles les longueurs d'onde peuvent être mesurées avec une erreur d'environ une unité du cinquième chiffre significatif.

J'ai répété les expériences de MM. Ramsay et Soddy avec une solution de radium, prêtée par M. Curie, et qui contenait environ 1^{dg} de bromure pur. Après un apprentissage assez long, j'ai pu reproduire d'une manière très régulière les résultats obtenus par les savants anglais et obtenir, à partir du mélange tonnant dégagé par la solution de radium, des tubes donnant un spectre intense de l'hélium; la plupart des raies visibles ont pu être mesurées et de très bonnes photographies ont été obtenues. L'hélium était accompagné d'une petite quantité d'argon provenant vraisemblablement d'une trace d'air restée accidentellement dans l'appareil. Ces expériences ont été répétées un grand nombre de fois dans un intervalle de 6 mois, avec la même solution, qui restait toujours à l'abri de l'air, et j'ai toujours constaté la présence de l'hélium avec la même intensité, tandis que celle de l'argon était de moins en moins perceptible. La solution ne paraît donc pas s'épuiser, mais, au contraire, fournit de l'hélium d'une manière régulière, exactement comme elle dégage le gaz tonnant ou l'émanation.

J'ai utilisé pour mes expériences avec l'actinium la totalité de mes produits les plus actifs, une partie a été mise en solution à l'état de chlorure, une autre partie a été employée à l'état de fluorures desséchés à l'étuve à 200°.

La solution actinifère dégage d'une manière continue du mélange $H^2 + O$ en assez grande quantité, et à activité égale en quantité comparable à celle donnée par le radium. Ce mélange traité de la même manière que celui provenant du radium m'a donné des tubes présentant également le spectre de l'hélium, et j'ai pu identifier les raies principales du spectre visible et du spectre photographique. Le même résultat a été encore obtenu avec une solution de laquelle on avait cherché spécialement à éliminer le radium, en ajoutant du chlorure de baryum et en séparant ensuite le baryum de

(1) Ce lithium m'a été donné par M. Guntz, professeur à la Faculté de Nancy, auquel j'adresse mes sincères remercîments.

manière à entraîner le radium. D'ailleurs ce baryum ne contenait pas sensiblement de radium. Enfin j'ai pu également constater la formation de l'hélium avec les fluorures desséchés (¹). La quantité d'hélium dégagée dans tous les cas me paraît comparable à celle observée avec le radium pour la même activité (²).

Le gaz hélium qui a été obtenu dans les expériences précédentes résulte bien de la présence des corps radioactifs. De nombreuses expériences de contrôle ont été faites, dans les mêmes conditions, avec d'autres gaz, particulièrement avec le mélange tonnant provenant de l'électrolyse de l'eau, et je n'ai jamais constaté la présence de l'hélium.

J'ai indiqué dans une Note précédente, qu'à côté de la grande quantité d'émanation à évolution rapide donnée par le sel solide d'actinium, il existait une très petite quantité d'émanation à évolution beaucoup plus lente. J'ai reconnu depuis que cette émanation est identique à celle dégagée par le radium, mais la quantité dégagée est extrêmement faible et n'est pas du tout en rapport avec la quantité d'hélium constatée dans les expériences précédentes.

J'ai commencé des expériences en vue de mesurer la proportion de gaz dégagé par les corps radioactifs et j'espère en donner prochainement le résultat en même temps qu'une description détaillée du mode expérimental et des photographies spectrales. J'ai observé dans celles-ci un certain nombre de raies que je n'ai pu identifier encore avec celles d'un gaz connu.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les liqueurs denses à base d'iodomercurates alcalins.* Note de M. **Duboin**, présentée par M. Troost.

M. Michel Lévy a rappelé récemment la part de M. Fouqué dans l'étude qui a conduit M. Thoulet à séparer les minéraux au moyen d'une solution

(¹) La dessiccation à l'étuve n'avait pas encore été suffisante et ces fluorures dégageaient encore un peu de gaz tonnant.

(²) Dans certaines expériences avec le sel solide d'actinium j'ai obtenu un gaz donnant un *spectre continu* intense sur lequel se détachent faiblement les raies de l'hydrogène et du mercure. La photographie de ce spectre est encore plus caractéristique et donne, avec quelques raies très faibles, une bande parfaitement continue s'étendant régulièrement jusqu'à la partie ultra-violette absorbée par le verre du tube. Je n'ai pas encore pu déterminer la nature du gaz produisant ce spectre particulier ne présentant pas de discontinuité ou affaiblissement notable depuis la longueur d'onde $650^{\mu\mu}$ jusqu'à la longueur d'onde $340^{\mu\mu}$.

saturée d'iodure de mercure dans la solution d'iodure de potassium.

Cette liqueur étant devenue insuffisante pour mes recherches, j'ai pensé en obtenir une plus lourde en remplaçant l'iodure de potassium par un autre iodure alcalin.

J'ai donc repris d'une façon méthodique l'étude des solutions aqueuses contenant l'iodure mercurique combiné à un des iodures alcalins : de potassium, de sodium, de lithium et d'ammonium.

Mode opératoire. — Comme le fait M. Thoulet pour préparer sa liqueur, je dissous alternativement et jusqu'à refus l'iodure alcalin et l'iodure mercurique dans une petite quantité d'eau; vers la fin de l'opération, j'élève légèrement la température en plaçant le flacon à l'étuve, je laisse refroidir 24 heures et je filtre.

On obtient des résultats assez constants, le chiffre des centièmes seul variant suivant qn'on a apporté plus ou moins de soin à la saturation.

J'exposerai dans un travail plus étendu la marche suivie pour analyser ces liqueurs; j'indique ici leur composition, leur densité et leur indice de réfraction pour la raie jaune du sodium.

Solution d'iodomercurate de potassium (liqueur de Thoulet).

Filtrée à 22°,9 : $d = 3,196$. Indice à 26° : $n = 1,730$.

						Fraction de molécule.
Potassium......	8,90	8,86	8,83	»	»	0,22
Mercure.......	22,37	22,47	22,57	22,15	21,73	0,11
Iode..........	52,58	57,70	»	»	»	0,45
Eau (diff.).....	11,15	10,97	»	»	»	»

Solution d'iodomercurate de sodium (liqueur nouvelle).

Filtrée à 24°,75. $d = 3,46$ à 26°. $n = 1,797$.

				Fraction de molécule.
Sodium..........	4,58	4,59	4,59	0,199
Mercure.........	24,93	25,02	»	0,12
Iode.............	58,20	58,29	»	0,45
Eau (diff.).......	12,29	12,10	»	»

Solution d'iodomercurate de lithium.

Filtrée à 24°,35. $d = 3,28$ à 25°,6. $n = 1,783$.

					Fraction de molécule.
Lithium..........	1,30	1,32	1,30	»	0,18
Mercure.........	27,27	27,51	27,41	27,07	0,13
Iode.............	57,91	58,07	58,07	»	0,45
Eau (diff.).......	13,52	13,10	13,22	»	»

Solution d'iodomercurate d'ammonium.

$d = 2,98$ à $26°$. $n = 1,527$.

						Fraction de molécule.
Ammonium.....	4,61	4,43	4,49	4,62	»	0,24
Mercure.......	22,49	22,71	22,57	21,80	22,35	0,11
Iode...........	62,20	62,28	62,52	»	»	0,49
Eau (diff.).....	10,70	10,58	10,42	»	»	»

Comme exemple de variation de densité, une liqueur d'iodomercurate de lithium récemment préparée avait une densité de 3,31, mais le lendemain elle déposait déjà de beaux cristaux d'iodure de mercure cristallisé.

Propriétés générales. — Outre les propriétés physiques indiquées précédemment, grande densité, très grande réfringence (sauf la dernière), ces liqueurs subissent facilement l'action de l'humidité ou de la température atmosphérique.

Ainsi $2^g,609$ de la première avaient fixé, après 14 heures (pendant la nuit), $0^g,0905$ et, après 24 heures (le jour), seulement $0^g,0465$; d'où perte par évaporation pendant le jour de près de moitié de la quantité fixée la nuit.

De même pour les trois autres.

La deuxième..........	$1^g,50225$	$0^g,1855$	et	$0^g,154$
La troisième..........	1,8025	0,2385	et	0,207
La quatrième..........	2,2305	0,089	et	0,0495

Les liqueurs à base de sodium et de lithium donnent, avec un excès d'eau, un précipité abondant d'iodure mercurique, *mais se dissolvent sans décomposition dans l'alcool.* Par suite de cette circonstance, la liqueur à base de sodium devient très utile pour la séparation des minéraux et la détermination de leurs densités.

Outre ces propriétés générales, j'ai étudié quelques propriétés particulières.

La liqueur à base d'ammonium étudiée surmontait une couche de cristaux que j'ai analysés et qui correspondent à un iodure double

$$HgI^2, 2AzH^4I, H^2O.$$

Les faibles différences entre les nombres trouvés et les nombres calculés tiennent à l'action de l'humidité atmosphérique et de l'eau interposée.

					Calculé.
Ammonium...	4,31	4,35	»	»	4,72
Mercure......	27,10	26,51	»	26,88	26,24
Iode.........	65,47	65,45	65,89	65,41	66,66
Eau (diff.) ...	3,12	3,69	»	»	2,38

Les liqueurs à base d'ammonium et de potassium précipitent abondamment les liqueurs de sodium et de lithium.

La liqueur à base d'iodure de sodium est la plus intéressante : elle se dissout sans décomposition dans un grand nombre de liquides organiques.

Je citerai entre autres :

1° Les alcools méthylique, éthylique, propylique, amylique,; parmi les alcools incomplets l'alcool allylique, et parmi les alcools polyvalents la glycérine;

2° L'aldéhyde éthylique, l'aldéhyde benzylique (avec échauffement notable);

3° L'acétone, qui donne d'abord un précipité qui se redissout totalement dans un excès de ce réactif;

4° Les acides formique, acétique, propionique, butyrique, valérianique;

5° L'acétate d'éthyle, l'oxalate d'éthyle.

Elle est moins soluble dans le benzoate d'éthyle, la nitrobenzine.

Elle m'a paru insoluble ou presque dans la benzine, la benzine monochlorée, le chloroforme, le bromure d'éthylène, le nitrate d'éthyle.

Mais l'action la plus curieuse exercée par cette liqueur est celle qui a lieu en présence de la cellulose. Un filtre Schleicher y étant plongé semble disparaître et la liqueur paraît se prendre en masse. En réalité le filtre a gonflé au point de prendre une épaisseur de $4^{mm},5$; bien lavé avec une solution d'iodure de sodium, il redevient blanc, puis en séchant se contracte et prend l'aspect et la résistance de la corne.

En résumé, la nouvelle liqueur, plus dense que la liqueur de Thoulet et même que l'iodure de méthylène, présente un grand intérêt tant en Chimie minérale qu'en Chimie organique.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Culture pure des plantes vertes dans une atmosphère confinée, en présence de matières organiques.* Note de M. **MOLLIARD**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les recherches de J. Laurent (¹) et de Mazé et Perrier (²) ont établi que les plantes vertes sont capables d'absorber et d'utiliser un certain nombre de substances organiques qui leur sont artificiellement fournies; me plaçant plus spécialement au point de vue de l'anatomie expérimentale j'ai montré de mon côté (³) que, lorsqu'on cultive des Radis dans des solutions minérales additionnées d'une quantité suffisante de glucose, on observe des modifications profondes dans la forme extérieure de la plante ainsi que dans la structure de ses différents membres; c'est ainsi que la chlorophylle devient plus abondante, fait déjà signalé par Laurent, que le limbe de la feuille offre une région palissadique beaucoup plus différenciée et que toutes les cellules de parenchyme apparaissent bourrées de grains d'amidon, alors que le saccharose est la forme normale de réserve dans la plante considérée. Ajoutons que la présence du glucose à une concentration atteignant 10 pour 100 provoque la formation d'un pigment violet sur les pétioles et les grosses nervures, en même temps que l'acidité des feuilles s'élève dans le rapport de 1 à 1,5.

Par une nouvelle série d'expériences j'ai cherché à déterminer de quelle manière intervenait l'aliment sucré fourni à la plante. L'intensité plus considérable de la coloration des feuilles, la présence d'éléments plus nettement palissadiques tendaient à faire penser que l'assimilation chlorophyllienne était augmentée. J'ai pu vérifier qu'il en était bien ainsi : pour les feuilles d'une plante développée dans une solution contenant de 10 à 15 pour 100 de glucose la décomposition du gaz carbonique est de deux à quatre fois plus grande, à surface égale, que pour les feuilles d'une plante à laquelle on n'a fourni que des matières minérales; les échanges respiratoires sont au contraire très sensiblement les mêmes.

Des cultures opérées dans des solutions de saccharose et de mannite m'ont donné des résultats tout à fait comparables; mais on ne peut établir

(¹) J. LAURENT, *Rev. gén. Bot.*, 1903.
(²) MAZÉ et PERRIER, *Ann. Inst. Pasteur*, 1904.
(³) MOLLIARD, *Comptes rendus*, 21 novembre 1904.

de rapport entre la valeur de la pression osmotique du sucre fourni à la plante et l'intensité de la réaction; c'est ainsi que, parmi les sucres qui agissent pour augmenter la production de la chlorophylle, l'assimilation du carbone et la formation d'amidon, la mannite, en solution isotonique d'une solution de glucose à 5 pour 100, produit un effet plus accentué qu'une solution de glucose à 15 pour 100; d'autre part, certains sucres tels que le lactose n'agissent pas d'une manière sensible à des concentrations isotoniques de solutions de glucose dont l'action est des plus nettes.

Pour faire le départ entre l'action indirecte du sucre sur la fonction chlorophyllienne et l'utilisation directe de ce sucre par la plante, j'ai effectué des cultures pures de Radis dans des tubes fermés; les plantes mises en contact avec un volume limité de gaz (environ 200^{cm^3}) étaient laissées à la lumière; elles n'avaient d'autre source de carbone, capable d'assurer leur développement, que la matière organique qui leur était fournie; seul le gaz carbonique rejeté par la respiration était décomposé par la plante à la lumière et, comme l'avait remarqué de Saussure (1), le gaz de l'enceinte reprenait chaque jour exactement la composition de l'air atmosphérique.

Si l'on enferme les plantes alors qu'elles se sont déjà développées pendant 2 mois environ dans les conditions normales d'aération, elles ne tardent pas, après l'occlusion du tube, à perdre les feuilles précédemment constituées; cette disparition des anciennes feuilles est d'autant plus rapide que la concentration du sucre est moins considérable; elle est complète au bout de 10 jours pour les Radis développés dans une solution de glucose à 15 pour 100. En même temps apparaissent de nouvelles feuilles dont le pétiole reste court, le limbe petit et plissé et qui présentent une coloration plus intense que les feuilles précédentes. J'ai pu observer le développement de ces Radis pendant les 2 mois qui suivaient la fermeture du tube; l'atmosphère ne contenait jamais plus de 2 pour 100 de gaz carbonique à la fin de la nuit; ce gaz disparaissait rapidement à la lumière.

Dans certaines de ces cultures, les plantes ont pu fleurir, mais n'ont jamais donné de graines, comme j'ai vu s'en produire chez certains individus laissés en relation avec l'air atmosphérique.

La formation des nouvelles feuilles est d'autant plus abondante que la plante a à sa disposition une plus grande quantité de sucre; c'est ainsi que, dans une solution minérale gélosée, la nouvelle poussée est très faible, qu'elle est plus accentuée pour une solution de glucose à 5 pour 100, maximum pour une solution à 15 pour 100 de glucose; mais cette gradation ne prouve pas que les nouveaux tissus se constituent aux dépens du sucre extérieur; ils pourraient provenir de l'unique utilisation des sub-

(1) Th. de Saussure, *Recherches chimiques sur la végétation*, 1804.

stances contenues dans les parties de la plante déjà formées au moment de la fermeture du tube, comme c'était le cas dans les expériences de Mac Dougal (¹) relatives à l'action sur les plantes vertes de la privation de gaz carbonique.

Des expériences faites sur des plantules isolées de l'air atmosphérique dès leur germination m'ont permis de vérifier cette utilisation des sucres extérieurs, en l'absence du gaz carbonique, par la comparaison du poids de la matière sèche des plantes obtenues avec celui de l'amande de la graine.

Les cultures sur solutions contenant à la fois du glucose et de l'asparagine méritent une mention particulière; l'absorption effectuée par la plante est beaucoup plus considérable que dans une solution ne contenant que du glucose et la plante acquiert un aspect tout particulier; c'est ainsi que l'axe hypocotylé se renfle à ses deux bouts, prenant la forme d'un pilon double.

A l'obscurité, l'utilisation des sucres est très faible et la lumière nous apparaît comme nécessaire à sa réalisation.

La méthode que je viens de rapporter montre ainsi d'une manière indirecte l'utilisation des substances organiques fournies à la plante verte et j'arrive ainsi, par une autre voie, à la conclusion formulée récemment par J. Lefèvre (²) à propos des matières azotées, à savoir qu'il est possible de réaliser expérimentalement, à la lumière, une culture saprophytique des plantes à chlorophylle.

PHYSIOLOGIE. — *Physiologie du placenta*. Note de MM. **Charrin** et **Goupil**, présentée par M. Guignard.

Au point de vue de sa teneur en divers principes protéiques spéciaux (alexine, précipitine, lysine, agglutinine, hémolysine, etc.), fréquemment le sang des rejetons a paru plus pauvre que celui des mères. Toutefois, pour expliquer ces variables disparités, on ne saurait invoquer l'exclusive intervention du placenta, répartissant à sa guise, entre les économies maternelles et fœtales, tel ou tel de ces principes (³). Ces éléments protéiques subissent, en effet, une série d'influences; en outre, par des procédés purement physiologiques, il est mal aisé d'apprécier exactement les propor-

---

(¹) Mac Dougal, *Journ. Linn. Soc.*, 1896.

(²) Lefèvre, *Comptes rendus*, 17 juillet 1905.

(³) Merletti a noté combien, par comparaison avec la mère, il est difficile de rendre des fœtus hyperglycémiques (*Acad. Sci. méd. et nat. Ferrare*, 1905, 27 janvier).

tions de produits si délicats; plus encore, il est impossible de les analyser, car, à titre d'entités chimiques distinctes, leur existence est discutable.

Pour voir comment agit le placenta sur un corps déterminé, il est préférable de choisir une substance bien définie, par exemple le glucose.

Expérience I. — Une chienne, pesant 19500g, au voisinage de la mise bas, reçoit, sous la peau, 100cm³ d'eau contenant 19g,50 de ce glucose. — Cinq heures après, pour 1000, le sang maternel renferme 1g,56 de sucre et celui des petits 0g,563; de plus, chez la mère, le glycogène hépatique atteint 3g,84 pour 100; chez les fœtus, il ne dépasse pas 1g,37.

D'après les données admises, ces résultats indiquent que le glucose introduit a été en partie retenu chez la femelle : il est, d'ailleurs, facile de mettre cette rétention plus directement en évidence.

Expérience II. — Par les artères ombilicales d'un placenta frais et lavé, on introduit 300cm³ d'une solution aqueuse sucrée à $\frac{1}{2}$ pour 100 (5 seringues de 60). — Au total, le liquide qui reflue par la veine du cordon a perdu 0,75 de glucose, mais dans celui qui filtre au travers des cotylédons la diminution dépasse parfois largement les $\frac{2}{3}$.

Expérience III. — On injecte cette même solution sucrée, additionnée de sulfate d'ammoniaque ou mieux de 5g pour 1000 d'urée. — Dans le liquide de la veine on décèle la presque totalité du corps ajouté; celui des cotylédons renferme plus de la moitié de l'urée : bien plus accentuées, les diminutions du sucre sont celles de l'expérience II.

Ces disproportions entre les quantités de glucose et d'urée disparues infirment l'objection basée sur les effets de la dilution. Du reste, d'autres preuves établissent encore la réalité de cette rétention.

Expérience IV. — A 40g de placenta on mélange intimement 30cm³ d'une solution sucrée à 1 pour 100 : au bout de 6 heures on presse, on filtre et dans le liquide qui passe on décèle 0,253 de sucre.

En augmentant la durée des contacts (36 heures), en élevant la température de 0° à 15°, on arrête, quoiqu'en général faiblement (0,242; 0,235), ces pertes en glucose : le délivre agit, rapidement et physiquement, par son propre tissu. Aussi, quand l'organe utilisé est expulsé depuis 2 jours, ces diminutions se réduisent à 0,015 ou 0,020; en outre, si durant 5 ou 10 minutes (temps suffisant pour l'efficacité d'action du placenta en nature) on fait uniquement intervenir le suc de ce placenta, la teneur en sucre ne varie pas sensiblement; enfin, la fermentation qu'on provoque à l'aide du délivre, pressé après avoir subi le contact d'une solution sucrée, prouve que ce délivre retient une fraction de ce glucose.

Expérience V. — Dans un tube, sous le mercure, on place 40g de placenta pressé dans ces conditions et 2^{cm^3} d'une émulsion de levure de bière lavée avec soin : en moins d'une journée, ce tube renferme 12^{cm^3} de gaz comprenant surtout CO^2. — Les gaz d'un tube témoin (levure et placenta n'ayant subi aucun contact sucré) se réduisent à 1^{cm^3}.

Pour éviter toute erreur d'interprétation et pousser plus avant ces recherches, en dehors des transformations possibles de divers éléments (glycogène, sucre, etc.) du placenta, on est amené ainsi à examiner l'influence de certains ferments solubles de cet organe.

Expérience VI. — Quand, sous le mercure, on introduit, dans un tube, 40g de placenta et 5^{cm^3} d'une solution aqueuse, sucrée à 1 pour 100, en 42 heures on voit se développer 22^{cm^3} de gaz, dont la composition (CO^2 10; Az et H 10; O 2) rappelle celle des produits volatils de la fermentation éthylique. D'ailleurs, le tube dégage une odeur d'alcool. — Les gaz d'un tube témoin (eau non sucrée 5g et placenta 40g) se réduisent à 10 et se rapprochent de ceux de la putréfaction.

Si l'on augmente les doses [200g de placenta [1] et 50g d'une solution sucrée à 10 pour 100 placés dans un ballon], après avoir pressé, distillé, saturé par CO^3K^2 et distillé à nouveau, avec le liquide qui passe, on obtient, à l'aide du réactif iodo-ioduré et de la potasse, la formation d'iodoforme, par-dessus tout, en usant du chlorure de benzoïle, celle du benzoate d'éthyle.

Le principe actif passe dans le suc placentaire [2], mais disparaît à 100°. — Ajoutons qu'avec d'autres organes (foie, reins, muscles, etc.), on réalise ce phénomène, toutefois plus faiblement.

Atténuée, si l'on se reporte aux diminutions du glucose, l'influence de rétention du placenta s'étend cependant aussi à des matières colorantes qui perdent en partie leurs pigments, à des alcaloïdes dont la toxicité fléchit. C'est ainsi qu'introduit sous la peau de cobayes pleines, le sulfate de strychnine (en tenant compte des temps de diffusion) tue les mères avant les petits pourtant plus grêles; d'autre part, après injection intra-vasculaire du mélange (comme pour le sucre), le placenta retient une fraction de ce poison.

En somme, le placenta exerce cette action de fixation [3] et sur des prin-

(1) Dans nos expériences nous nous sommes servis d'éléments placentaires humains à l'instant expulsés. — Dans le cas de fermentation, le lavage du placenta a simplement atténué les effets.

(2) A zéro, après 5 minutes de contact, ce suc ne fait pas diminuer le glucose.

(3) Voir CHARRIN ET LE PLAY, *Fixation des substances solubles sur des cellules vivantes* (*Comptes rendus*, 3 juillet 1905).

cipes utiles et sur des corps toxiques [1]; il régularise les échanges et protège le fœtus contre des proportions excessives; il agit soit mécaniquement, soit à l'aide de ferments propres ou empruntés [2]. En définitive, sa physiologie se développe : sans cesser de jouer un rôle passif (filtre, etc.), le placenta devient un organe actif.

PHYSIOLOGIE. — *Produit toxique extrait de la substance cérébrale.* Note de M. **A. Marie**, présentée par M. E. Roux.

Des recherches antérieures sur le pouvoir préventif conféré aux animaux contre la rage par des filtrats de substance cérébrale normale nous avaient montré que souvent leur injection intraveineuse affaiblissait considérablement les animaux : ils maigrissaient, et parfois succombaient dans un état cachectique.

On peut extraire de ces émulsions de substance nerveuse un produit très toxique qui a été l'objet des recherches que nous désirons exposer.

Voici la technique suivie pour cette préparation. L'encéphale d'un mammifère tué par saignée est aussitôt broyé finement et émulsionné dans cinq fois son poids d'eau. On centrifuge et l'on filtre sur papier l'émulsion qui est alors filtrée à travers une bougie Berkefeld. L'opération entière ne demande pas 2 heures et le liquide ainsi préparé se montre limpide, d'une couleur jaunâtre; sa réaction est neutre. On l'additionne de sulfate d'ammoniaque pulvérisé, jusqu'à saturation. La liqueur trouble est alors versée dans un entonnoir à robinet qui permet, au bout de quelques heures, de recueillir un précipité floconneux rappelant la couleur de la substance grise des centres nerveux. Il suffit alors, pour séparer le sulfate d'ammoniaque, de laver le dépôt à l'eau distillée, ou mieux de le placer dans un dialyseur dont on renouvelle l'eau extérieure à diverses reprises. Ces manipulations n'altèrent en rien les propriétés biologiques du précipité.

La substance ainsi obtenue est complètement insoluble dans l'eau distillée; elle se dissout dans les solutions faibles d'alcalis, à la façon des globulines, mais seulement en partie.

Son action névrotoxique, étudiée sur le cobaye et le lapin, est révélée par l'inoculation intracérébrale. Pendant les premières heures qui suivent cette inoculation, l'animal se porte bien et rien dans son état ne semble

---

(1) Ces rétentions expliquent certains accroissements de toxicité des extraits placentaires (éclampsie).

(2) Nous poursuivons l'étude de ces ferments.

présager la crise qui va éclater. Cette période latente, comparable à une incubation, peut durer jusqu'à 2 jours; d'ordinaire, elle est de 20 ou 24 heures.

Tout à coup la crise éclate : l'animal se met à bondir dans sa cage, sautant parfois en dehors, pour courir follement dans la pièce; il se jette tête basse contre les obstacles, semble vouloir se cacher, puis tombe dans un état comateux, entrecoupé de convulsions toniques. D'autres fois, on assiste à un véritable accès épileptiforme.

D'ordinaire, il y a plusieurs crises de ce genre, tantôt subintrantes, tantôt séparées l'une de l'autre par un intervalle variable. L'animal succombe enfin et, à l'ouverture du crâne, on ne trouve aucune lésion macroscopique. Le cerveau, inoculé à un autre animal, ne détermine aucune espèce de trouble.

Le lapin réagit à peu près comme le cobaye vis-à-vis d'une dose plus forte; de plus, il peut guérir. Au cours des crises convulsives, la démarche de l'animal rappelle de très près l'allure d'un lapin atteint de tétanos cérébral; d'autres fois, le lapin présente une sorte d'abasie et ne peut se mettre en mouvement sans être saisi d'un tremblement général.

On peut dire que la durée totale des phénomènes est de 12 heures, rarement on la voit se prolonger plusieurs jours.

Il est difficile de fixer la dose minima mortelle de cette substance qui, une fois desséchée, s'émulsionne très mal. Un encéphale de mouton, du poids de 80^{g}, fournit de $0^{cg},25$ à $0^{cg},30$ de précipité sec, ce qui représenterait, d'après nos observations, de quoi intoxiquer plus de 200 cobayes, ou bien une centaine de lapins. Ce produit, qui est peut-être un mélange ou une combinaison de plusieurs substances, est donc extrêmement actif.

Il se détruit par la chaleur et se conserve peu de temps. L'inoculation du produit un peu ancien provoque des troubles nerveux immédiats, ne rappelant nullement la marche de l'empoisonnement que nous avons décrit.

Les inoculations sous-cutanée, intra-oculaire, intrapéritonéale, ne produisent aucun effet, ce qui tient peut-être à ce que le poison à l'état solide est détruit sur place par les phagocytes et ne parvient pas aux centres nerveux.

Les recherches entreprises soit pour vacciner des animaux, soit pour préparer un sérum actif contre ce poison, n'ont encore donné aucun résultat satisfaisant. Ce que l'on peut dire, c'est que le sérum de chèvre traitée par le filtrat de substance cérébrale semble retarder la mort des animaux

de un ou deux jours. De même, *in vitro*, le sérum affaiblit le pouvoir du poison. Mais il ne faut pas oublier que nous éprouvons son action sur la cellule sensible elle-même, épreuve toujours très sévère.

Des recherches en cours nous apprendront à connaître la toxicité des émulsions de cerveau humain.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur l'anémie infectieuse du cheval.* Note de MM. **H. Carré** et **H. Vallée**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons successivement établi, dans deux Notes précédentes, la nature infectieuse de l'anémie du cheval observée dans l'est de la France et en Alsace-Lorraine, son inoculabilité, ses caractères cliniques essentiels et quelques-unes des propriétés du virus de cette affection, notamment celle qu'il possède de traverser des filtres même très peu poreux (bougies F et B de Chamberland).

Infailliblement mortelle, cette maladie, qui sévit à certaines époques de l'année sous une forme épidémique très alarmante, est considérée à juste titre comme un véritable fléau par les populations agricoles des régions infectées. Il importait donc de déterminer les conditions de son apparition, celles de son extension et d'établir les règles d'une prophylaxie efficace si vivement réclamées par les intéressés.

Cette partie de nos recherches forme l'objet de la présente Note.

Nous avons déjà signalé l'état de véritable *infection latente* de certains chevaux qui, guéris en apparence d'une atteinte grave de la maladie, conservent, avec tous les signes de la santé, durant de longs mois, tout leur pouvoir infectant et nous disions aussi combien la présence de ces sujets *porte-virus* est redoutable au milieu d'autres chevaux.

C'est qu'en effet chez tous les animaux infectés, à quelque moment que l'on intervienne, *l'urine est riche en albumine*. Or, le sang étant virulent à toutes les périodes de la maladie, il était à prévoir que l'urine serait, elle aussi, virulente, et l'expérience nous l'a prouvé.

Deux chevaux qui reçoivent sous la peau de l'urine décantée, provenant de deux malades à des phases différentes de la maladie, contractent une infection typique mortelle.

Un cheval en splendide état de santé ingère, au total, en quatre repas, les premier, troisième, onzième et treizième jours de l'expérience, 800^{cm^3} de l'urine albumineuse

d'un cheval infecté depuis plus de 6 mois, mais qui paraissait guéri. Les premiers signes de l'infection se manifestent chez lui, le vingt-cinquième jour de l'expérience, et la maladie est à son apogée au trente-huitième jour.

La possibilité de l'infection par les voies digestives, que nous avions déjà mise en évidence dans notre deuxième Note, se trouve confirmée, et le pouvoir infectant de l'urine est maintenant démontré.

Les matières diarrhéiques expulsées par les malades où les excréments solides fréquemment striés de sang sont, bien certainement, tout aussi virulents que l'urine.

Les déjections des malades constituent donc les véhicules ordinaires du contage et les voies digestives la porte d'entrée accoutumée de celui-ci.

Nos constatations expérimentales éclairent les observations que nous avons faites dans les régions infectées où, partout, les fumiers et les fosses à purin voisinent de déplorable façon avec les puits et les citernes d'alimentation. Là où la promiscuité est plus grande, la contagion est plus rapide et plus meurtrière.

Les conditions de résistance du virus expliquent aussi le rôle pathogène de l'eau.

Abandonné pendant 6 mois à une température inférieure à 0°, le virus ne perd rien de ses qualités. Il conserve encore toute sa virulence après un séjour de 1 mois à la température du laboratoire; le chauffage à 100° assure sa destruction.

Ces diverses constatations nous conduisent à formuler les règles prophylactiques suivantes :

1° Isoler, *ou mieux sacrifier,* les malades, ou tout au moins récolter et désinfecter leurs déjections liquides et solides;

2° Ne donner comme boisson, en milieu infecté, aux sujets indemnes, que des eaux de source ou de l'eau bouillie;

3° Ne jamais prendre livraison d'un cheval provenant d'une région suspecte, ou tout au moins ne jamais l'introduire dans un effectif indemne, sans s'être assuré au préalable que ses urines ne sont point albumineuses.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la préparation de la toxine cholérique.* Note de MM. **Brau** et **Denier**, présentée par M. E. Roux.

La présence d'un poison soluble dans les cultures de vibrion cholérique en milieu liquide n'est plus à démontrer. Nous rappellerons les expériences de MM. Huppe et Scholl, et surtout celles de MM. Behring et Ransom qui

ont extrait de cultures cholériques une substance toxique pour les animaux, avec laquelle ils ont préparé un sérum antitoxique. Malheureusement ces derniers auteurs ne donnèrent aucun renseignement sur leur procédé. Presque en même temps, MM. Metchnickoff, Roux et Salimbeni indiquaient en détail la manière de préparer cette toxine. En eau peptonée additionnée de gélatine ils obtinrent un poison actif qui servit à la préparation d'un sérum spécifique. Celui-ci donna de bons résultats chez de jeunes lapins, chez lesquels on avait au préalable produit un choléra expérimental. Ces expérimentateurs insistèrent tout particulièrement sur les deux points suivants : Tout d'abord un vibrion, pour conserver ses propriétés toxigènes, devait être cultivé *in vivo,* mais à l'abri des cellules de l'organisme : d'où la méthode des sacs de collodion introduits dans le péritoine des animaux. D'autre part les cultures en large surface et mince épaisseur permettaient l'obtention d'une toxine plus active.

Nous avons donc repris ces expériences d'abord à l'Institut Pasteur de Saïgon, puis à celui de Paris. Nous avons pu alors constater que le procédé indiqué fournit un poison très actif, mais que souvent, et sans qu'on puisse en dire la cause, la toxicité est nulle ou peu marquée.

Aussi, nous basant d'une part sur les propriétés protéolytiques de tous les vibrions, et d'autre part sur ce fait que, dans les pays où le choléra existe à l'état endémique, les malades atteint de dysenterie voient souvent leur affection se compliquer d'un choléra foudroyant, nous avons eu l'idée d'introduire, dans nos milieux de culture, du sérum d'abord, du sang défibriné ensuite. Nous avons alors constaté que l'usage du sérum apportait une augmentation sensible de la toxicité et surtout une plus grande régularité dans la production de la toxine. Ces propriétés sont encore augmentées par l'adjonction de sang défibriné.

Après de nombreuses recherches, le milieu suivant, chauffé à 60° pendant 3 heures, nous paraît être le meilleur :

Bouillon Martin gélatiné	45^{cm^3}
Sérum normal de cheval	45
Sang défibriné	10

Toutefois le milieu ci-après donne des résultats presque aussi satisfaisants :

Sérum normal de cheval	90^{cm^3}
Sang défibriné	10^{cm^3}

Sur ce dernier milieu, qui a pris sous l'action de la chaleur l'aspect d'une gelée, un vibrion cholérique, après 24 heures de présence à l'étuve, donne une sorte de pellicule

grisâtre et un commencement d'hémolyse. Puis le milieu commence à se liquéfier et dès le deuxième jour se divise en deux parties : une couche profonde comprenant tous les éléments solides, et à la surface le sérum surnageant, recouvert d'un voile très épais. Le quatrième jour le milieu devient plus homogène, uniformément brun et le voile disparaît.

Le 7e jour, ces cultures filtrées d'abord sur papier, puis sur bougie Chamberland marque F, donnent un liquide brun acajou.

Sur le premier de ces milieux, les cultures présentent des caractères un peu différents. On y constate également de l'hémolyse dans les 24 premières heures, mais, après 2 jours, le milieu se prend en une sorte de glaire. Dès le 4e jour la gelée se liquéfie et la culture redevient liquide prenant une teinte brune. Ces cultures comme les précédentes donnent également un liquide brun acajou.

Pour obtenir par ces procédés des cultures toxiques, certaines précautions nous paraissent indispensables :

1° Le sérum entrant dans la composition de ces milieux de culture doit être chauffé à une température de 60°, pendant 3 heures. Ce chauffage a pour effet de détruire les substances gênant le développement du vibrion cholérique.

2° La température de l'étuve doit être rigoureusement constante, et les variations même de 1° nuisent à la production de la toxine. La température optima pour l'obtention de cette toxine oscille entre 38° et 39°.

3° Les cultures doivent être largement aérées : aussi employons-nous les boîtes de Roux. D'autre part, pour augmenter cette aération, les boîtes sont agitées chaque matin.

4° Enfin, il faut faire usage, dans les ensemencements, d'un vibrion n'ayant fait aucun passage sur les animaux. Diverses expériences auxquelles nous nous sommes livrés à ce sujet nous ont permis de constater que les passages diminuent le pouvoir toxigène avec une extrême rapidité.

Par ce procédé nous avons pu obtenir une toxine cholérique avec 26 vibrions isolés à Saïgon de selles cholériques, avec deux échantillons de la collection de l'Institut Pasteur provenant l'un de Bombay, l'autre de Nasik, enfin avec trois échantillons de choléra d'Égypte remis par M. Kolle lui-même à M. Haffkine, les nos 3, 13 et 74.

Tous ces vibrions donnent une toxine d'une activité à peu près identique. La dose mortelle pour le cobaye de 250g, en injection péritonéale ou sous-cutanée, varie de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ de centimètre cube.

Pour le lapin, en injection intraveineuse, elle oscille entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{30}$ de centimètre cube par 100g d'animal. Il faut de 5cm³ à 10cm³ pour tuer en quelques heures par la voie veineuse un chien de 5kg à 6kg.

Enfin, dans deux expériences faites sur le cheval, nous avons obtenu les résultats suivants : par la voie veineuse une injection de 50^{cm^3} a tué le premier animal en 50 minutes; le deuxième avec 30^{cm^3} de la même toxine est mort en 22 heures.

Conclusions. — 1° Les vibrions isolés de selles cholériques sont capables de donner une toxine soluble;

2° L'introduction des albumines dans la culture des vibrions cholériques a eu pour effet de donner une toxine plus active et surtout d'une production plus constante.

PHYSIQUE DU GLOBE. — MM. **Kilian** et **Paulin** adressent de Grenoble, à la date du 14 août, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré hier matin, $10^h 34^m 40^s$ méridien Paris, secousse sismique direction Nord-Sud.

M. **Antonio Cabreira** adresse une Note *Sur l'extraction de la racine carrée des facteurs premiers.*

M. **Albert Douilhet** adresse une Note *Sur la transmission électrique du mouvement à vitesse variable.*

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Levy.)

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 31 juillet 1905.)

Page 340, ligne 27, *au lieu de* M. Julhes, *lisez* M. Julhe.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AOUT 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur les lois du frottement de glissement.* Note de M. **Paul Painlevé.**

1. La Communication de M. de Sparre (*Comptes rendus,* 31 juillet) me fournit l'occasion de revenir sur la discussion des lois du frottement que d'autres travaux m'avaient fait momentanément abandonner.

Je me limite, pour simplifier, au type du problème envisagé par M. de Sparre: *une tige rigide* AB *a son extrémité* A *qui glisse avec frottement (dans un plan vertical) sur une droite fixe horizontale* Ox.

La liaison peut être *bilatérale* ou *unilatérale*. Dans le premier cas, le point matériel A glisse entre deux droites fixes horizontales Ox et O_1x_1, la seconde située un peu *au-dessus* de Ox : ces deux droites ne *serrent* d'ailleurs pas le point A; autrement dit, A ne peut presser à la fois sur les deux droites fixes ([1]). Dans le second cas, une des droites Ox, O_1x_1 existe seule : si Ox existe seul, A peut se soulever *au-dessus* de Ox et la réaction de Ox sur A ne peut être dirigée *au-dessous* de Ox; si O_1x_1 existe seul, A peut descendre *au-dessous* de O_1x_1 et la réaction ne peut être dirigée *au-dessus* de O_1x_1.

Je suppose enfin que les forces données qui s'exercent sur la tige AB se réduisent à la pesanteur et à une force horizontale X, appliquée au centre de gravité G de AB.

Soient $m = 1$ la masse de la tige AB, k^2 son moment d'inertie par rapport

---

([1]) Il est facile de réaliser ce dispositif de façon qu'il n'y ait jamais choc entre le solide AB et ses appuis fixes. Rien ne serait changé à l'esprit de la discussion qui va suivre, si le point A était remplacé par un disque circulaire glissant sur Ox et lié invariablement à AB.

à G, l la distance AG [1]. J'admets qu'à l'instant t considéré le point G est *au-dessous* de Ox; j'adopte comme sens positif sur Ox le sens de la projection HA de GA sur Ox; je représente par h et d les distances de G à Ox et à la verticale du point $A(h > 0, d > 0)$, par w la *vitesse de glissement* (vitesse de A), comptée positivement dans le sens Ox : les distances h, d varient avec l'instant t considéré, mais on a constamment $h^2 + d^2 = l^2$.

Ceci posé, les difficultés que j'ai signalées ne se présentent que dans le cas où le coefficient de frottement f (coefficient de Coulomb) satisfait à l'inégalité

$$f > \frac{1}{h}\left(d + \frac{k^2}{d}\right),$$

inégalité que je suppose remplie dans ce qui suit.

2. *Singularités qu'introduisent les lois de Coulomb.* — Appliquée au système matériel précédent, la discussion générale que j'ai développée au sujet du frottement de glissement se résume ainsi :

I. *La liaison est bilatérale :*

Si $w > 0$ (w de sens HA), deux mouvements répondent aux conditions initiales et aux lois de Coulomb (*ambiguïté*);

Si $w < 0$ (w de sens AH), aucun mouvement ne répond aux conditions initiales (*impossibilité*).

II. *La liaison est unilatérale, et la droite Ox existe seule :* si $w > 0$, un mouvement unique bien déterminé; si $w < 0$, *impossibilité.*

III. *La liaison est unilatérale et la droite O_1x_1 existe seule :* si $w > 0$, deux mouvements répondent aux conditions initiales, dans l'un d'eux A descend au-dessous de O_1x_1 (*ambiguïté*); si $w < 0$, un mouvement unique (où A descend au-dessous de O_1x_1).

Je laisse de côté, dans cette Note, les cas d'*impossibilité* pour ne m'occuper que des cas d'*ambiguïté.*

3. *Discussion de l'ambiguïté.* — Dans le dernier cas d'ambiguïté que je viens de citer, le bon sens discerne immédiatement celui des deux mouvements qu'il faut adopter : si la droite fixe O_1x_1 n'existait pas, la tige AB descendrait librement au-dessous de O_1x_1; l'existence de la droite O_1x_1 (lisse ou rugueuse), au-dessus de AB, ne changera rien au mouvement [2]. De même, dans le cas de la liaison *bilatérale* où w est > 0, si la droite supé-

(1) Pour le système particulier considéré par M. de Sparre, $k^2 = 2l^2$.

(2) Supposons la tige AB soumise à la seule pesanteur et animée d'un mouvement de translation horizontale; elle est située tout entière au-dessous de la droite fixe horizontale O_1x_1 que A touche par en dessous; il est évident qu'elle tombera en chute libre, que la droite O_1x_1 soit rugueuse ou non.

rieure O_1x_1 n'existait pas, un seul mouvement répondrait aux conditions initiales, mouvement dans lequel la tige AB presse sur Ox; l'existence de O_1x_1 ne changera rien à ce mouvement. D'une manière précise, le mouvement vrai est défini *sans ambiguïté* si l'on admet que *deux surfaces solides qui, à un instant t, dans des conditions données* (¹), *ne presseraient pas l'une sur l'autre si elles étaient parfaitement polies, ne réagissent pas davantage l'une sur l'autre quand elles sont rugueuses.*

Telle est la règle (²) que j'ai donnée pour lever *sûrement* toute ambiguïté dans le cas d'un système quelconque (du moins, quand *une seule liaison* est affectée de frottement). C'est pourquoi, dans la discussion des lois *expérimentales* du frottement, j'ai laissé entièrement de côté les cas d'ambiguïté.

4. *Discussion du frottement au repos ou au départ.* — Si la vitesse de glissement w est nulle à l'instant t, *il n'y a jamais impossibilité; mais il peut y avoir ambiguïté, quand les conditions du frottement au repos sont vérifiées;* il existe alors (en outre du mouvement sans glissement ou de l'équilibre) *deux* autres mouvements répondant aux conditions initiales. Il est vrai que cette ambiguïté n'existe pas si l'on applique la loi du frottement au repos comme elle est universellement énoncée; en effet, du moment que les conditions *nécessaires* du non-glissement (ou de l'équilibre) sont remplies, on admet qu'elles sont *suffisantes* : autrement dit, du moment que le non-glissement (ou l'équilibre) est *possible, il a lieu.* La loi du frottement au repos ainsi énoncée supprime toute ambiguïté : entre les *trois* mouvements mathématiquemeut possibles, c'est le non-glissement (en particulier l'équilibre) qui est le mouvement vrai. Mais nous allons montrer, sur l'exemple précédent, qu'une telle loi conduit à des conclusions inadmissibles (³).

5. Supposons la tige AB abandonnée *sans vitesses*, à l'instant t. La discussion du

(¹) J'entends par là que les deux solides en contact ont, à l'instant t, des positions et des vitesses données et sont soumis à des forces données.

(²) Cette règle est d'ailleurs justifiée par toutes les raisons de continuité. Considérons à l'instant t (pour les conditions initiales données) des valeurs de f qui croissent depuis zéro jusqu'à la valeur vraie de f : le mouvement unique bien déterminé *qui correspond à* $f = 0$ tend d'une façon continue vers le mouvement *vrai* qu'indique la règle précédente (et non vers l'autre). De même, si l'on passe d'une période régulière du mouvement à une période où il y a ambiguïté, c'est le mouvement vrai indiqué par la règle qui est le prolongement naturel du mouvement bien déterminé antécédent.

(³) Je confonds dans ce qui suit, pour simplifier, le coefficient f de frottement de glissement et le coefficient f_0 ($f_0 > f$) de frottement au repos, ce qui ne change rien à l'esprit de la discussion.

mouvement ultérieur ne conduit à des difficultés que si l'on a

$$\frac{X}{g} > \frac{f(k^2+h^2)-hd}{fhd-k^2-d^2};$$

quand cette condition est remplie, la discussion se résume ainsi :

I. *La liaison est bilatérale.* — Trois mouvements sont possibles : un mouvement où A reste fixe et presse sur O_1x_1; un mouvement où A glisse en pressant sur O_1x_1; un mouvement où A glisse en pressant sur Ox.

II. *La liaison est unilatérale et la droite* Ox *existe seule.* — Un seul mouvement est possible, où A glisse en pressant sur Ox.

III. *La liaison est unilatérale et la droite* O_1x_1 *existe seule.* — Trois mouvements sont possibles : un mouvement où A descend *au-dessous* de O_1x_1; un mouvement où A reste fixe et presse sur O_1x_1; un mouvement où A glisse en pressant sur O_1x_1.

J'insiste sur ce dernier cas : si l'horizontale O_1x_1 n'existait pas, la tige AB descendrait librement sous l'action de la pesanteur et de la force X. L'existence (au-dessus de AB) de la droite O_1x_1, lisse ou un peu rugueuse, ne change rien à ce mouvement : la tige AB abandonne immédiatement la droite O_1x_1 et descend au-dessous. N'est-il pas évident qu'il en va de même si la tige O_1x_1 est très rugueuse, et que ce mouvement *possible* est le mouvement *vrai?* De même dans le cas analogue de la liaison *bilatérale*, on voit que le mouvement vrai est celui où A glisse en pressant sur Ox (et non sur O_1x_1). Or, dans ces deux cas d'ambiguïté, la loi classique du frottement au repos conduirait à la conclusion que A reste immobile en pressant (par en dessous) sur O_1x_1.

En un mot, pour que la loi classique du frottement au repos ne conduise pas à des résultats inadmissibles il faut la compléter par le principe énoncé au n° 3 : *Deux solides qui, dans des conditions données, n'exerceraient aucune pression l'un sur l'autre s'ils étaient parfaitement lisses, ne réagissent pas davantage l'un sur l'autre s'ils sont rugueux.*

6. L'exemple de M. Chaumat est plus frappant encore : *une roue homogène, pesante, glisse avec frottement (dans un plan vertical) sur une droite fixe horizontale* Ox, *et glisse sans frottement sur une demi-droite descendante* $O\xi$; elle peut se soulever *au-dessus* de $O\xi$, et descendre *au-dessous* de Ox. Soient f le coefficient de frottement de la roue sur Ox, α l'angle $xO\xi$, r le rayon de la roue : *nous supposons* $\tang\alpha < f$.

La roue étant abandonnée sans vitesse en contact avec Ox et $O\xi$, on lui applique un couple de sens $xO\xi$: le mouvement où la roue descend au-dessous de Ox, en glissant et roulant sur $O\xi$ est toujours admissible. Il est seul admissible si le moment N du couple est petit; *mais si* N *dépasse la valeur* $\frac{fgr}{f\cot\alpha-1}$, *deux autres mouvements sont possibles,* à savoir l'arc-boutement de la roue et le glissement de la roue sur Ox. Là encore, il est évident que le mouvement vrai sera celui qu'indique la règle énoncée, à savoir le mouvement descendant de la roue le long de $O\xi$.

7. *Comparaison avec la discussion de M. de Sparre.* — Pour discuter les conditions initiales critiques que j'ai signalées, M. de Sparre, parmi tous

les procédés qui permettent de réaliser ces conditions, en choisit un particulier, où l'on part *préalablement* de conditions de frottement au repos telles que, *d'après ma propre discussion,* elles définissent un mouvement unique. Admettant *implicitement* que, pendant toute la durée du mouvement, la réaction de Ox sur AB reste continue et que sa composante normale ne s'annule pas, M. de Sparre est amené à adopter, comme mouvement *vrai,* un des deux mouvements mathématiquement possibles, lequel est évidemment (d'après ce qui précède) celui qu'indique la règle générale du n° 3. M. de Sparre est donc parfaitement d'accord avec moi sur celui des deux mouvements qu'il faut choisir : mais il se trompe quand il croit ajouter quoi que ce soit à ma discussion. Au contraire, sa discussion n'est pas générale, car elle suppose les conditions initiales critiques réalisées par un procédé particulier, tandis qu'elles sont réalisables d'une infinité de manières qui échappent à sa discussion.

Pour ce qui est de l'ambiguïté dans le cas de frottement *au repos* sur laquelle je viens d'insister, j'ignore si M. de Sparre la considère comme *apparente* et je ne sais lequel des trois mouvements *possibles* il adopte comme mouvement *vrai.* Dans l'exemple de M. Chaumat, admet-il l'invraisemblable hypothèse de l'équilibre? Je ne le pense pas. Adopte-t-il le même mouvement que moi? Si oui, il modifie, comme moi, la loi du frottement au repos telle qu'elle est communément appliquée et telle qu'il l'a appliquée lui-même dans sa dernière Communication.

Telles sont les remarques que je voulais faire sur les cas d'*ambiguïté.* Je reviendrai prochainement sur les cas d'*impossibilité.*

M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie d'une traduction anglaise, faite par M. le professeur H.-D. Thompson, de son *Étude sur le développement des méthodes géométriques,* lue le 24 septembre 1904 au Congrès des Sciences et des Arts à Saint-Louis.

CORRESPONDANCE.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Cause de la présence de quantités anormales d'amidon dans les pommes meurtries.* Note de M. G. **Warcollier**, présentée par M. E. Roux.

La récolte des pommes à cidre se fait, sauf pour les variétés de première saison, bien avant l'époque de la maturité des fruits. Les pommes de deu-

xième et troisième saison doivent donc être recueillies et conservées de telle façon que leur maturité puisse s'effectuer dans les meilleures conditions.

Le plus souvent, en pratique, les pommes détachées de l'arbre sont ramassées sur le sol, mises en sacs, transportées au grenier et conservées sur une aire sèche, ou bien sont vendues sous l'arbre et mises directement sur wagon. Ces opérations sont conduites avec peu de soins et la plupart des pommes, surtout celles à chair tendre, se trouvent meurtries.

En dehors du très grave danger que présentent les meurtrissures d'être des portes ouvertes aux champignons, causes de la pourriture du fruit, nous avons remarqué chez les pommes blessées au moment de la récolte, que les parties meurtries constituent de véritables zones où l'amidon séjourne indéfiniment, même quand les fruits deviennent mûrs ou pourrissent.

Nos observations sont basées sur l'étude microscopique de très nombreuses variétés de pommes de 1re, 2e et 3e saison.

Il nous a paru intéressant de rechercher la cause de l'immobilisation de l'amidon dans les zones blessées.

L'observation nous a montré tout d'abord que ces zones brunissent immédiatement au contact de l'air, et nous savons que ce brunissement est dû à l'oxydation du tanin des cellules blessées de la pomme par une oxydase découverte et étudiée par M. Lindet (1).

Nous avons alors pensé que le tanin pourrait bien être la cause plus ou moins directe de la persistance de l'amidon dans les parties blessées des fruits étudiés.

La présente Note a pour objet de vérifier cette hypothèse et de montrer que le tanin, par son action sur l'amylase, empêche cette diastase de transformer l'amidon en sucres fermentescibles.

L'action du tanin sur l'amylase des organes foliacés de certaines plantes a déjà été mise depuis longtemps en évidence.

Brown et Morris (2) l'ont étudiée et ont vu après Jentys (3) que, lorsque les feuilles mises en œuvre contiennent du tanin, ce tanin paralyse l'action de la diastase.

Voici comment nous avons conduit nos expériences :

I. *Action du tanin de la noix de galle sur l'amylase du malt.* — On a préparé un extrait de malt à 10 pour 100, une solution de tanin pur à 2 pour 100 et un empois d'amidon à 1 pour 100.

---

(1) LINDET, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 370; *Le Cidre*, 1892, p. 150.

(2) BROWN et MORRIS, *Journal of the Chem. Soc.*, 1893.

(3) S. JENTYS, *Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie*, nov. 1892.

Dans des tubes à essais renfermant 10^{cm^3} d'extrait de malt filtré, on a ajouté respectivement 1^{cm^3}, 2^{cm^3}, $2^{cm^3},5$, 3^{cm^3} de la solution de tanin, de façon à avoir des extraits renfermant 1,818, 3,333, 4, 6,6 pour 100 de tanin.

Le tanin précipite en partie l'extrait de malt; on filtre et l'on fait agir sur des tubes renfermant 10^{cm^3} de la solution d'amidon, respectivement $1^{cm^3},1$ de la première solution d'amylase tanisée, $1^{cm^3},2$ de la deuxième, $1^{cm^3},25$ de la troisième, $1^{cm^3},5$ de la quatrième, de façon à ajouter la même quantité d'amylase dans chaque tube.

On amène ensuite avec de l'eau tous les tubes au même volume de $11^{cm^3},5$, afin d'avoir partout la même concentration.

On a eu soin de faire un tube témoin avec de l'extrait de malt sans tanin.

Tous les tubes ont été portés au bain-marie à 62° pendant 2 heures. On a arrêté l'action au bout de ce temps et l'on a dosé dans chaque tube la quantité de maltose formée, au moyen de la liqueur de Fehling.

Le Tableau suivant indique le nombre de centimètres cubes de Fehling nécessaires pour réduire le maltose de chaque tube; les chiffres sont corrigés des réductions dues à l'extrait de malt et au tanin.

Solutions.	Centimètres cubes de Fehling.
N° 1 Témoin (extrait de malt sans tanin).........	5,5
N° 2 Extrait de malt à 1,818 pour 1000 de tanin..	0,4
N° 3 » 3,333 » ...	0,2
N° 4 » 4 » ...	0,0
N° 5 » 6,6 » ...	0,0

Conclusions : Le tanin a empêché toute action de l'amylase sur l'amidon.

Les mêmes essais ont été faits en présence d'acide malique à 2 pour 100; nous avons obtenu les mêmes chiffres.

II. *Action du tanin du moût de pommes sur l'amylase du malt.* — On a répété les mêmes essais que précédemment; mais, au lieu d'une solution de tanin de noix de galle à 2 pour 100, on s'est servi d'un moût de pommes filtré et bouilli renfermant 1 pour 100 de tanin.

On a préparé ainsi des extraits de malt renfermant 0,285, 0,5, 0,75, 0,9 pour 1000 de tanin et on les fait agir, comme précédemment, sur la même quantité d'amidon, la concentration des liqueurs étant la même dans tous les cas.

Voici les chiffres corrigés obtenus; la correction a porté ici sur les matières réductrices du moût de pommes et de l'extrait de malt.

Solutions.	Centimètres cubes de Fehling.
N° 1 Témoin (extrait de malt sans tanin).................	7,65
N° 2 Extrait de malt à 0,285 pour 1000 de tanin de pomme..	4,35
N° 3 » 0,5 » ...	0,70
N° 4 » 0,75 » ...	0,00
N° 5 » 0,9 » ...	0,00

Il semble donc bien établi que l'amylase en présence du moût de pommes

devient inactive, probablement parce qu'elle est coagulée et précipitée par les matières tanniques du moût. Il est donc logique de penser que lorsqu'une pomme est meurtrie l'amylase et le tanin se trouvant en présence dans le jus des cellules écrasées, la diastase coagulée devient alors incapable de transformer ultérieurement l'amidon en sucres fermentescibles utilisables pour la fabrication du cidre.

Ceux qui savent le peu de soins, je dirai même le manque de soins qu'on apporte, en général, à la récolte des pommes se rendront compte des quantités d'amidon perdues par la faute et la négligence des cultivateurs.

Dans les nombreux lots commerciaux que nous avons examinés, presque toutes les pommes étaient meurtries et il était très difficile de se procurer une pomme tout à fait saine.

Comme conclusion pratique, nous recommandons les plus grands soins dans la récolte, les transports, la manutention des fruits de pressoir. Le cultivateur doit comprendre qu'il est particulièrement intéressé à recueillir ses fruits dans les meilleures conditions et que les dépenses que lui coûteront les quelques soins supplémentaires qu'il prendra pendant la récolte seront largement couvertes par la plus-value qu'il tirera de la vente de fruits sains et de longue conservation.

M. **A.-J. Stodolkiewicz** adresse une Note *Sur une certaine équation différentielle.*

M. **D. Tommasi** adresse une Note *Sur une nouvelle lampe électrique de sûreté.*

(Renvoi à la Section de Physique.)

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AOUT 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Spectres ultra-violets de la couche renversante pendant l'éclipse totale du* 28 *mai* 1900. Note de M. **H. Deslandres.**

La couche renversante est la couche de vapeurs qui repose directement sur la surface même du Soleil et donne naissance à la plupart des raies noires solaires. Au bord solaire extérieur [1] elle est observable seulement pendant les éclipses totales, et dans les deux secondes qui suivent le deuxième contact et précèdent le troisième. Young a, le premier, en 1871, reconnu cette couche par son spectre qui est très riche en raies brillantes et est aussi caractérisé par la brièveté de son apparition; même cette brièveté, qui rend l'observation difficile, lui a fait donner le nom de *spectre éclair*.

Or, depuis 1893, Lockyer et ses élèves, Fowler, Baxandall, ont eu l'heureuse idée de remplacer l'œil par la plaque photographique, de beaucoup supérieure, puisqu'elle peut enregistrer simultanément les raies très nombreuses du spectre éclair. Ils ont révélé une anomalie curieuse : si, d'une manière générale, et comme on pouvait s'y attendre, les raies brillantes de la couche renversante correspondent à des raies noires du spectre normal, il y a des différences. Les raies noires de chaque vapeur (on le sait depuis longtemps) sont les raies de l'arc électrique; mais les raies du

---

(1) A l'intérieur du bord, et dans la partie qui se projette sur le disque même, elle est observable par d'autres méthodes.

spectre éclair sont les raies de l'étincelle, et même celles que Lockyer a appelées *raies renforcées*.

Les observations précédentes ont porté sur la partie du spectre total qui est photographiable avec les spectrographes ordinaires en flint, et qui s'étend de λ6000 à λ3650. Elles ont été complétées par d'autres observateurs, Sord, Frost, Mitchell et, en particulier, par Evershed, qui a reconnu la couche renversante aux pôles solaires, et a prolongé le spectre ultraviolet jusqu'à la longueur d'onde 3350.

Or, pendant l'éclipse de 1900, j'ai cherché : 1° à prolonger le spectre ultra-violet jusqu'à sa limite extrême, voisine de 3000; 2° à obtenir des épreuves du spectre éclair plus nombreuses et plus rapprochées que dans les éclipses précédentes. Dans la première partie de ce travail, j'ai été aidé par M. Millochau, aide-astronome, et dans la seconde par M. Fallot, astronome volontaire.

Les résultats obtenus ont été résumés déjà brièvement, en 1900, dans le rapport d'ensemble de cette éclipse, lequel devait, peu après, être complété par une description plus détaillée. Par suite de circonstances particulières, je présente cette description aujourd'hui seulement, ayant été détourné de ce travail par des occupations plus urgentes.

Prolongation du spectre éclair. — J'ai employé des chambres prismatiques (ou spectrographes à prismes privés de leur collimateur) à un seul prisme, et dont les pièces optiques sont transparentes pour les rayons à reconnaître. Les objectifs dont les longueurs focales sont respectivement $0^m,50$ et 1^m, sont en quartz et spath fluor et achromatiques; les prismes, d'un angle égal à 60°, sont en spath d'Islande et ont leurs arêtes parallèles à l'axe optique du cristal.

Les deux chambres, dont les dispersions sont dans le rapport de 1 à 2, sont fixées à une même table que porte un équatorial ordinaire. Leurs porte-châssis, qui sont à répétition pour permettre le changement rapide des plaques, sont munis d'un obturateur Guerry, et les deux obturateurs sont commandés par une même poire en caoutchouc. A côté, sur la même table, est un spectroscope à vision directe, tourné aussi vers le Soleil. Un peu avant le second contact, l'astronome enlève le collimateur de ce spectroscope et le transforme en chambre prismatique oculaire. Il suit les variations du spectre du croissant solaire, et, lorsque les raies noires se transforment en raies brillantes, il presse la poire en caoutchouc et ouvre l'accès de la lumière aux deux chambres photographiques. Cette disposition simple

assure l'enregistrement facile du spectre éclair. On a obtenu ainsi, avec les deux chambres, les épreuves successives suivantes :

Épreuves n° 1. — Pose 2 secondes, au second contact. Spectre éclair.

Épreuves n° 2. — Pose 15 secondes. Spectres d'une protubérance et de la couronne.

Épreuves n° 3. — Pose 30 secondes. Spectre de la partie supérieure d'une protubérance et spectre de la couronne.

Épreuves n°s 4 et 5. — Instantanées, après le troisième contact. Spectres du croissant solaire.

Les poses, pour les épreuves n° 1, ont été portées à 2 secondes, à cause de l'absorption très forte que subissent dans notre atmosphère les rayons à rechercher; dans le bleu, les poses auraient pu être réduites à une petite fraction de seconde.

Les spectres obtenus s'étendent de $\lambda 5000$ à $\lambda 3000$, ceux de la grande chambre sur une longueur de 11^{cm} et ceux de la petite sur une longueur de $5^{cm},5$; ils donnent la partie ultra-violette extrême, non encore reconnue (de $\lambda 3400$ à $\lambda 3000$), et que je décrirai seule dans ce qui va suivre.

Les épreuves de la grande chambre donnent plus de détails; mais celles de la petite chambre ont été relevées en même temps, comme offrant un contrôle utile. Sur la grande épreuve n° 1, les raies brillantes nettes (de $\lambda 3400$ à $\lambda 3000$) sont au nombre de 157, elles sont accompagnées d'un spectre continu qui les traverse en traînées très minces, dues aux échancrures du bord lunaire. Ce spectre continu, intense, s'étend jusqu'à $\lambda 3000$; mais les raies brillantes nettes ne vont pas si loin; la première un peu intense a la longueur d'onde 3066,4, qui correspond à une raie du titane.

Le spectre éclair nouveau, considéré dans son ensemble, apparaît tout semblable au spectre du titane dans l'étincelle électrique. On sait déjà par les observations de 1898 (Evershed) que les raies du titane sont dans le spectre éclair relativement plus intenses que dans le spectre normal, et que les raies du vanadium, du chrome et du scandium ont la même propriété. Le fer, au contraire, est relativement très diminué dans le spectre éclair.

Les différences se retrouvent aussi dans la région nouvelle, qui, d'ailleurs, contient les raies les plus fortes de l'étincelle ordinaire du titane; les raies correspondantes du vanadium et du chrome sont moins fortes, et celles du fer très faibles. La prédominance du titane s'explique aisément.

On retrouve dans le spectre éclair et dans le spectre du titane (étincelle) les mêmes groupes caractéristiques, à savoir : un groupe de cinq raies

(3380,0, 3372,9, 3361,3, 3349,2, 3341,5); un groupe de quatre raies plus caractéristique encore (3242,1, 3239,2, 3236,7, 3234,6); un groupe de cinq raies (3088,1, 3078,7, 3075,3, 3073,0, 3066,4). Un quatrième groupe, intermédiaire entre les deux précédents, fait exception; ses quatre raies (3132,2, 3125,1, 3120,5, 3118,8) se rapportent plutôt au chrome, les deux dernières étant aussi très voisines de raies du titane et du vanadium.

En fait, toutes les raies du titane et du vanadium un peu intenses dans l'étincelle se retrouvent dans le spectre éclair avec les mêmes intensités relatives; de même aussi les raies fortes du chrome, de l'ytterbium et du scandium ([1]). Les différences avec les raies noires du spectre normal sont donc aussi celles qui ont été signalées précédemment pour d'autres régions du spectre. Il y a là une anomalie fort curieuse, qui n'est pas encore expliquée, bien que plusieurs hypothèses aient été présentées. Je suis porté à croire que l'anomalie est liée au phénomène de l'électricité atmosphérique solaire qui est, comme on sait, comparable à l'électricité atmosphérique terrestre, et serait plus intense dans les parties élevées des vapeurs; de plus le pouvoir absorbant des vapeurs doit varier, par rapport à leur pouvoir émissif, avec le mode d'excitation électrique. En réalité la question reste toujours fort obscure et appelle de nouvelles recherches.

Le cadre de cette Note ne permet pas de publier le Tableau complet des raies nouvelles; je donne ici seulement un extrait qui comprend deux groupes caractéristiques sur quatre. Le Tableau entier sera publié ultérieurement avec grands détails par M. Millochau.

Spectre éclair.		Raies solaires voisines.		Raies de l'étincelle.	
Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	λ Rowland.	Intensité.	Longueur d'onde.
		2	3066,33 Ti		
4	3066,4	1	3066,47 Ti	6	3066,40 Ti Exner
		2	3066,60 Ti		
1	3071,4	1	3071,36 Ti	2	3071,37 Ti
3	3072,2	3	3072,22 Ti	5	3072,17 Ti
5	3073,0	3	3073,09 Ti	5	3073,03 Ti
5	3075,3	2	3075,34 Ti	6	3075,30 Ti
6	3078,7	8	3078,77 Ti	8	3078,7 Ti

([1]) Toutes les raies de l'hélium même faibles sont représentées aussi dans le spectre éclair. Or ces raies manquent dans le spectre normal. C'est pour l'hélium que les différences déjà signalées, entre le spectre éclair et le spectre normal, sont les plus grandes.

Spectre éclair.		Raies solaires voisines.		Raies de l'étincelle.	
Intensité.	Longueur d'onde.	Intensité.	λ Rowland.	Intensité.	Longueur d'onde.
7	3087,85	7	3088,14 Ti	15	3088,09 Ti
0,5	3089,3	1	3089,50 Ti	5	3089,49 Ti
0,5	3091,1	4	3091,17 Mg?	»	»
2	3092,7	»	»	»	»
0,5	3094,1	1	3094,31	6	3094,33 V
		1	3094,40		
2	3096,8	5	3097,00 Mg?	»	»
3	3102,2	3	3102,4 V	6	3102,39 V
1	3103,6	2	3103,88 Co.Fe	»	»
2	3105,00	2	3105,2 Ti	4	3105,2
4	3106,2	3	3106,34 Ti	5	3106,36 Ti
0,5	3107,8	»	»	»	»
5	3110,65	5	3110,81 Ti.V	6	3110,82 V
1	3112,2	2	3112,18 Ti.Fe	»	»
8	3118,4	1	3118,25 Ti	6	3117,80 Ti
		3	3118,50 V	6	3118,51 V
				10	3118,78 Cr
7	3120,3	4	3120,27 V	6	3119,92 Ti
		3	3120,48 Cr	4	3120,36 V
				10	3120,50 Cr
9	3124,9	4	3125,11 Cr	10	3125,12 Cr
3	3128,7	2	3128,82 Cr	6	3128,82 Cr
1	3130,3	3	3130,38 V	6	3130,40 V
2	3130,9	3	3130,91 Ti	5	3130,91 Ti
10	3131,9	4	3132,17 Cr	10	3132,2 Cr
1	3135,4	2	3135,05 V	6	3135,08 V
5	3136,7	2	3136,62 V	6	3136,64 V
		3	3136,82 Cr	7	3136,81 Cr
1	3139,0	»	»	»	»
4	3143,8	4	3143,88 Ti	6	3143,88 Ti
5	3147,3	3	3147,35 Cr	7	3147,33 Cr
		2	3147,38 Ti.Fe		
5	3148,2	2	3148,15 Ti	6	3148,13 Ti
		1	3148,28 Mu		

Les épreuves 2 et 3, d'autre part, donnent le spectre de protubérances qui sont séparées par la Lune de la couche renversante et sont représentées par de petits points; le spectre, moins riche que le précédent, est formé en grande partie par les raies du titane.

Les même épreuves donnent aussi les raies de la couronne qui se

distinguent par des cercles lumineux. Les longueurs d'onde, relevées pour les raies les plus nettes, sont : 3329,6, 3388,0 et 3447,7; la dernière correspondant à la raie la plus forte.

Application du chronophotographe à l'étude du spectre éclair. — J'ai organisé aussi une troisième chambre prismatique, très lumineuse, avec quatre prismes de 60° en crown au zinc, une chambre de $0^{m},75$ et un chronophotographe (prêté aimablement par M. Marey), afin d'obtenir aux deuxième et troisième contacts des épreuves très rapprochées du spectre éclair. La région photographiée s'étendait de λ 3770 à λ 3570, la pellicule du chronophotographe ayant seulement 3^{cm} de large.

L'appareil a été organisé au dernier moment, le chronophotographe ayant été apporté par M. Fallot quatre jours avant l'éclipse; il a été monté sur un équatorial en bois, de fortune, assez peu stable.

Pendant l'éclipse, le chronophotographe a été mis en marche autour des deux contacts avec une vitesse qui permettait de faire six à dix épreuves à la seconde; et, dans l'intervalle des deux contacts, on a fait des épreuves avec poses de plusieurs secondes. L'une de ces dernières a donné la série entière des raies ultra-violettes de l'hydrogène. Mais les épreuves obtenues pendant le mouvement du chronophotographe sont en général confuses ou formées de raies doubles; sur dix spectres qui se suivent, on en compte deux seulement qui sont nets. La rotation de la manivelle et des engrenages avait fait naître des vibrations nuisibles.

Les épreuves du spectre éclair qui sont les plus intéressantes sont encore intenses et riches en détails, malgré la faible durée de la pose. Les plus nettes ont été relevées et ont donné les mêmes résultats à peu près que les épreuves de l'éclipse de 1898, obtenues dans la même région par Evershed. Cette expérience montre seulement la grande intensité du spectre éclair et la possibilité d'enregistrer ses variations [1], qui sont continues pendant sa très courte apparition, d'une manière plus complète qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

---

(1) Pour enregistrer ces variations rapides, il faudrait choisir plutôt le bleu et le violet que l'ultra-violet, à cause de l'absorption atmosphérique.

D'autre part, avec la chambre prismatique, les parties hautes et basses de la couche renversante viennent ensemble sur la plaque. Une disposition meilleure, mais plus difficile dans l'application, consisterait à employer, pour cet enregistrement, un spectrographe à fente circulaire, avec une image solaire de grandes dimensions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du quatrième ordre.* Note de M. GASTON DARBOUX.

Dans l'étude d'une question d'Analyse j'ai rencontré l'équation différentielle du quatrième ordre

$$(1)\qquad \begin{vmatrix} y & y' & y'' \\ y' & y'' & y''' \\ y'' & y''' & y^{\text{IV}} \end{vmatrix} = 1,$$

où $y^{(n)}$ désigne la dérivée $n^{\text{ième}}$ de la fonction inconnue y par rapport à la variable indépendante x. Je me propose de montrer que l'on peut ramener cette équation du quatrième ordre à une autre du premier ordre qui s'intègre à l'aide d'une méthode que j'ai fait connaître autrefois (*Comptes rendus,* mars et avril 1878, et *Bulletin des Sciences mathématiques,* 2e série, t. II) et qui permet de construire l'intégrale générale à l'aide d'un certain nombre de solutions particulières.

Je remarquerai d'abord qu'en vertu des propriétés les plus élémentaires des déterminants, l'équation proposée peut se mettre sous la forme

$$(yy'' - y'^2)(yy^{\text{IV}} - y''^2) - (yy''' - y'y'')^2 = y.$$

Si donc on pose

$$z = yy'' - y'^2,$$

on aura

$$z' = yy''' - y'y'', \qquad z'' = yy^{\text{IV}} - y''^2$$

et l'équation proposée pourra être remplacée par le système

$$(2)\qquad \begin{cases} yy'' - y'^2 = z, \\ zz'' - z'^2 = y, \end{cases}$$

qui a quelque analogie avec celui auquel satisfont deux des fonctions Al de M. Weierstrass, et qui est parfaitement symétrique en y et z. De là résulte qu'à toute solution y de l'équation (1) on pourra faire correspondre une autre solution z définie par la première des équations (2).

On donne une forme plus simple au système (2) en posant

$$(3)\qquad y = e^u, \qquad z = e^v,$$

ce qui le ramène à la forme

$$(4)\qquad u'' = e^{v-2u}, \qquad v'' = e^{u-2v}.$$

Si l'on multiplie les deux équations respectivement par $v' - 2u'$ et $u' - 2v'$, on aperçoit immédiatement l'intégrale

$$(5)\qquad u'v' - u'^2 - v'^2 = e^{v-2u} + e^{u-2v} + 3\alpha,$$

où α désigne une constante. Remplaçons les exponentielles par les quantités égales u'', v'' et éliminons la fonction v au moyen de la première des équations (4), nous serons conduits à l'équation

$$u^{\text{IV}} + 3u''^2 + 3u'u''' + 3\alpha u'' + 3u'^2 u'' = 0,$$

qui s'intègre immédiatement et donne

$$(6)\qquad u''' + 3u'u'' + u'^3 + 3\alpha u' + \beta = 0,$$

β désignant une nouvelle constante. Or on sait qu'en prenant comme variables indépendantes u' et u'', l'équation précédente se ramène à la suivante

$$(7)\qquad u''\frac{du''}{du'} + 3u'u'' + u'^3 + 3\alpha u' + \beta = 0.$$

La réduction annoncée à une équation du premier ordre est donc effectuée.

Le système (4) étant symétrique en u et en v, il est clair que l'on devra trouver pour v une équation analogue à l'équation (6). Cette équation est la suivante

$$(8)\qquad v''' + 3v'v'' + v'^3 + 3\alpha v' - \beta = 0,$$

comme on le vérifie aisément.

En la laissant de côté, on voit que toute la question est ramenée à l'intégration de l'équation (6) ou de son équivalente (7). Quand u sera connu, v sera donné par la formule

$$(9)\qquad v = 2u + \log u'',$$

déduite de la première des équations (4).

Pour intégrer l'équation (7) nous remarquerons d'abord qu'elle admet trois solutions particulières. Désignons par $f(u)$ le polynome

$$u^3 + 3\alpha u + \beta$$

et soient u_0, u_1, u_2 ses racines dont la somme est nulle, on aura

$$f(u) = (u - u_0)(u - u_1)(u - u_2),$$
$$u_0 + u_1 + u_2 = 0.$$

Cela posé, si l'on peut avoir pour u'' une fonction entière de u' qui vérifie l'équation (7), cette fonction entière doit être, d'après l'équation elle-même, un diviseur de $f(u')$. Cela amène à essayer ces diviseurs, et l'on est ainsi conduit aux trois solutions particulières suivantes :

$$u'' + (u' - u_1)(u' - u_2) = P_0 = 0,$$
$$u'' + (u' - u_2)(u' - u_0) = P_1 = 0,$$
$$u'' + (u' - u_0)(u' - u_1) = P_2 = 0.$$

A l'aide de ces trois solutions particulières on pourra, par la méthode à laquelle j'ai fait allusion au début de cette Note, composer la solution générale qui sera donnée par la formule élégante

$$P_0^{u_1 - u_2} P_1^{u_2 - u_0} P_2^{u_0 - u_1} = \text{const.} \tag{10}$$

En passant à la limite, le lecteur trouvera aisément ce que deviendrait l'intégrale si deux ou trois des quantités u_0, u_1, u_2 devenaient égales.

En particulier si α et β devenaient nulles, les trois quantités u_i seraient égales et l'intégrale deviendrait

$$\frac{2u'' + u'^2}{(u'^2 + u'')^2} = \text{const.} \tag{11}$$

Si l'on revient aux notations primitives en substituant à u la variable y, l'intégrale (10) prend la forme

$$\left\{ \begin{aligned} &[y'' + u_2 y' + u_0 u_1 y]^{u_0 - u_1} [y'' + u_0 y' + u_1 u_2 y]^{u_1 - u_2} \\ &\qquad \times [y' + u_1 y + u_0 u_2]^{u_2 - u_0} = \text{const.} \end{aligned} \right. \tag{12}$$

avec l'unique condition

$$u_0 + u_1 + u_2 = 0.$$

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire d'Aurillac** informe l'Académie que la municipalité et le conseil municipal ont décidé d'élever un monument à la mémoire d'*Émile Duclaux*, sur une des places de la ville et demande à M. le Président de l'Académie de vouloir bien faire partie du Comité d'honneur constitué à cet effet.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Mission Émile Laurent* (1903-1904); *Énumération des plantes récoltées par M. Émile Laurent, avec la collaboration de M. Marcel Laurent, pendant sa dernière mission au Congo;* par M. E. de Wildeman.

2° *Conflits de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux;* par L. Errera.

Arithmétique. — *Sur les nombres transcendants.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Parmi les nouveaux résultats que j'ai obtenus dans la théorie des nombres transcendants, je vais indiquer ci-dessous les suivants :

1° Soit un nombre I limite d'une suite de fractions rationnelles $I_n = \frac{P_n}{Q_n}$ satisfaisant à la relation

$$(1) \qquad |I - I_n| = \varepsilon_n Q_n^{-\alpha} \qquad (0 < \varepsilon_n \leqq 1),$$

quel que soit le nombre positif α dès que n est assez grand : je dirai que I, qui est transcendant d'après Liouville, est *un nombre transcendant de Liouville*.

Soit un nombre I limite d'une suite de fractions analogues à I_n, où Q_n est entier et P_n un polynome à coefficients entiers formé avec un nombre algébrique; on peut établir que, quand I satisfait à une relation analogue à (1), mais plus compliquée, I est transcendant.

On peut définir des catégories ou des groupes de nombres de Liouville tels que, si l'on soumet les nombres d'un groupe aux quatre opérations fondamentales de l'Arithmétique, on n'obtient que des nombres du groupe ou des nombres rationnels.

I étant un nombre réel de Liouville, I_n est une réduite ([1]) de I; $\frac{p}{q}I_n$ (p, q entiers) est une réduite de $\frac{p}{q}I$; I_n^p est une réduite de I^p. Les nombres de Liouville I sont les seuls à jouir de la propriété suivante pour une double infinité de valeurs de n et p : si I_n est réduite de I, I_n^p est réduite de I^p. Il y a des nombres de Liouville dont aucune réduite n'est une puissance $p^{\text{ième}}$ exacte, quel que soit p. La définition des nombres de Liouville qui sont des carrés, des cubes, ... parfaits en résulte de suite. On obtient une analogie complète des nombres de Liouville avec les nombres rationnels ordinaires ou algébriques. Je n'ai pu encore définir le nombre transcendant entier de Liouville.

Le développement en fraction continue d'un nombre I de Liouville renferme une infinité de quotients incomplets $a_{n+1} > Q_n^{\alpha'}$ (α' analogue à α, $I = a_0 + 1 : a_1 + 1 : \ldots + 1 : a_n + \ldots$, $I_n = a_0 + 1 : a_1 + \ldots + 1 : a_n$, les a_n étant réels). Cette condition est nécessaire et suffisante pour que I soit un nombre de Liouville.

$e^{\frac{1}{q}}$ (q entier $\geqq 1$) n'est pas un nombre de Liouville, pas plus que les fractions continues, quasi-périodiques ou non, à quotients incomplets limités.

2° Si une irrationnelle I donnée par son développement en fraction continue a une infinité de quotients incomplets $> \alpha$, quel que soit α, et si I_n ($n = 1, 2, \ldots$) sont les réduites de I, $\frac{p}{q}I$, où p, q sont entiers quelconques, a une infinité de réduites $= \frac{p}{q}I_n$. Ceci a lieu, par exemple, quand $I = e$.

Si l'irrationnelle I a tous ses quotients incomplets limités et $\leqq a'$, $\frac{p}{q}I$ a tous ses quotients incomplets limités en fonction de p, q, a'.

Je suppose que, dans $I = a_0 + 1 : a_1 + \ldots + 1 : a_n + \ldots$, $a_h = e_k(n^{\rho+\varepsilon_n})$ ([2])

([1]) Chaque fois que je fais intervenir le développement en fraction continue de I, je suppose I réel.

([2]) Je pose

$$d_0(x) = x,\ d_1(x) = d^x,\ d_2(x) = d^{d_1(x)},\ \ldots;\ d_{-1}(x) = \log x,\ d_{-2}(x) = \log\log x,\ \ldots,$$

les logarithmes étant pris dans le système de base d.

(avec k entier positif ou négatif, $\lim \varepsilon_n = 0$ pour $n = \infty$) pour une infinité de valeurs de n, $a_n < e_k(n^{\rho-\varepsilon})$ (avec $\varepsilon > 0$) pour les autres valeurs de n; par définition, I est d'ordre (k, ρ). Ainsi e est d'ordre $(0, 1)$; quand a_n est limité, I est d'ordre $(-\infty, \rho)$ ou $-\infty$. Alors, si k est fini, $\frac{p}{q}\mathrm{I}$, avec p et q entiers, est de même ordre que I.

Tout nombre transcendant réel de Liouville d'ordre suffisamment grand est une fraction *décimale* quasi-périodique (en classant dans ces fractions les fractions quasi-rationnelles). Il y a une infinité de fractions *continues* quasi-périodiques I telles que $\frac{p}{q}\mathrm{I}$ et I^p soient aussi des fractions *continues* quasi-périodiques.

3° Incidemment, je mentionne ces résultats :

A. On peut définir des familles de fonctions entières à coefficients rationnels $f_i(x)$ jouissant de ces propriétés :

a. Elles ne prennent pour x rationnel ou algébrique $\neq 0$ que des valeurs transcendantes.

b. Les coefficients rationnels étant positifs, si le produit des substitutions $|x; f_1(x)|$, $|x; f_2(x)|$, ..., $|x; f_k(x)|$ est $|x; \Phi(x)|$, $\Phi(x)$ est transcendant pour x positif > 0. Exemple :

$$f_i(x) = \sum_0^\infty \frac{a_n^{(i)} x^n}{b_k(n)^{\rho n}}, \qquad |a_n^{(i)}| \leqq a \text{ entier fixe; } b, \rho \text{ entiers; } k \geqq 3.$$

B. On peut considérer un nombre transcendant donné comme racine d'une série ou d'une fraction continue algébrique à coefficients rationnels d'une infinité de manières. Ainsi, pour une série, on peut supposer les coefficients entiers ou se donner d'une manière à peu près arbitraire les dénominateurs des quotients.

PHOTOGRAPHIE. — *Recherches sur l'irradiation.* Note de M. Adrien Guébhard.

Ayant constaté que la portion de l'irradiation que j'avais appelée *tangentielle* (¹), mais qu'il sera plus exact d'appeler simplement *latérale*, cor-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, 29 mai 1905, p. 1346.

respondant à l'incidence $\theta > \frac{\pi}{4}$ de l'hypothèse d'Abney, ne répondait que fort mal à cette hypothèse, j'avais été amené à me demander si l'aspect de mutuelle répulsion constatable à la rencontre des champs d'irradiation ne serait point dû soit à une intervention d'électricité, soit à une interférence de propagation longitudinale de mouvements, de l'espèce des gravitations intra-atomiques. Certaines apparences microscopiques m'avaient fait incliner vers la seconde hypothèse, mais elles n'étaient pas constantes, et j'ai voulu soumettre la seconde à un critère expérimental.

Des plaques 9×12, vitroses Lumière ou ultra-rapides Grieshaber (as de trèfle), illuminées en leur centre par un trou circulaire de 6^{mm}, ou un rectangle de 7×8^{mm}, pratiqué dans une cache de carton noir, à 15^{cm} d'un bec Auer, ont été maintenues pendant 1 heure dans le champ électrostatique du plan méridien commun de deux sphères de cuivre de 10^{cm} de diamètre, reliées aux pôles d'une machine de Wimshurst de Gaiffe à huit plateaux, munie d'un double condensateur de large surface, donnant toutes les quatre secondes une grosse étincelle de 6^{cm} environ. D'autres ont été soumises pendant le même temps au champ magnétique d'un électro-aimant Foucault, actionné par un courant de près de 6 ampères, l'illumination se faisant à travers l'axe tubulaire de l'une des bobines, démunie de son armature.

Aucune dissymétrie notable ne s'est manifestée dans les champs d'irradiation atteignant jusqu'à 8^{cm} de diamètre. Résultat purement négatif, mais qui n'en incitait pas moins à chercher autre chose.

Or, s'il ne s'agit que d'une transmission de forces vives particulaires, d'ordre tourbillonnaire plutôt que vibratoire, la sphérule schématique d'Abney n'est plus indispensable, et l'on doit observer sur une surface homogène lisse la même chose qu'avec une surface dépolie ou une émulsion.

C'est ce qu'ont vérifié diverses plaques daguerriennes anciennes (cuivre plaqué, de 1^{mm}), qui, sommairement repolies par les soins de M. Pellin, puis exposées directement, suivant la méthode de Moser (²), *sans* sensibilisation, pendant une journée

(¹) Après que Moser eut montré (*Pogg. Ann. der Physik*, t. LVI, 1842, p. 177-234) que la formation et l'inversion de l'image photographique ne dépendaient que de la durée ou de l'exposition, ou de la sensibilisation, ou de la révélation, la première et la seconde pouvant être interverties, et la seconde même supprimée, on se demande comment a pu naître et se perpétuer la querelle toute casuistique, où s'use encore le plus clair de l'effort scientifique en photographie, sur la nature physique ou chimique de l'image. Certes on peut reproduire par des actions chimiques seules les mêmes phénomènes que par les seules actions physiques; mais le résultat n'est jamais que l'expression d'une certaine dépense totale d'énergies, et ne dépend que de la somme

environ, à la très inégale insolation du présent mois d'août, puis directement développées à la vapeur de mercure, ont montré, sur l'image, naturellement inversée, de la cache (le dépôt du mercure correspondant aux parties protégées) le bord des à-jour entouré d'un liséré, généralement bleuâtre, de près de 1^{mm}, entièrement recouvrable par la cache lorsqu'on la remettait en place. Pour faciliter le contrôle, certaines découpures furent faites au moyen de lignes parallèles, recoupées par une perpendiculaire, en dents de peigne rectangulaires, opposées en chicane, de façon que chaque bord d'à-jour correspondît à un côté de languette pleine. Presque toujours, cette dernière s'est montrée rétrécie par l'empiétement interne du silhouettage, débordant de la partie illuminée.

Afin d'éviter l'objection de traces résiduelles de sensibilisation [1], j'ai opéré sur simple paillon, cuivre argenté laminé, de $0^{mm},02$ d'épaisseur. Puis, pour montrer que deux métaux n'étaient pas nécessaires, sur feuille d'argent de $0^{mm},03$; le résultat a été parfois moins net, mais toujours de même sens. Or les pressions forcées par lesquelles étaient établis les contacts au châssis-presse, entre les feuilles d'épreuve et les caches en étain ou paillon montées sur verre, excluent la vraisemblance d'une *infiltration* lumineuse, dont les caractères spéciaux ne permettent guère d'ailleurs, la confusion avec l'*irradiation* elle-même.

Il semble donc que l'irradiation constitue une propriété de la matière aussi générale que la sensibilité photographique elle-même, et son corollaire l'*inversion*. C'est ce que je crois devoir signaler, avec toute la réserve que comportent des expériences que j'ai le regret de ne pouvoir poursuivre.

PHYSIQUE. — *Sur une méthode propre à l'étude d'un phénomène lumineux d'intensité variable avec le temps. — Application à la détermination de la vitesse instantanée d'un miroir tournant et à l'étude de l'étincelle de Hertz.* Note de M. **A. Turpain**, présentée par M. Mascart.

Soit $p\mu M$ (*fig.* 1) un angle droit de sommet μ. Disposons en μ un miroir tournant autour d'un axe perpendiculaire au plan de la figure. Nous considérerons ce miroir incliné à 45° sur les côtés de l'angle droit. Plaçons en M un miroir plan normal à μM et en p une plaque photographique normale

---

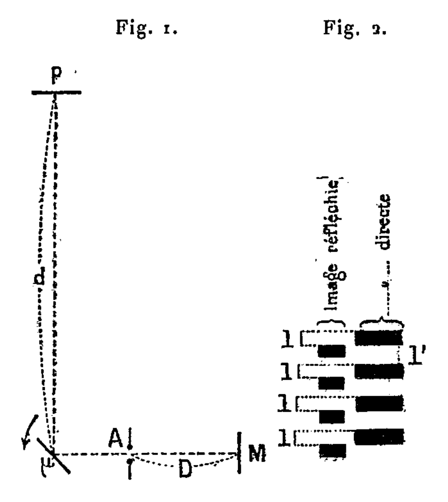
et non de tel ou tel terme exclusivement. Si la somme elle-même est toujours, d'après les recherches de M. Berthelot et de ses élèves, infime en valeur absolue, c'est une raison de plus pour n'en négliger aucun élément, puisque la moindre variation la peut altérer considérablement.

(1) D'anciennes images astronomiques reparaissaient, en effet, à chaque révélation.

à μp sur laquelle un système de lentilles (non représenté sur la figure) forme une image par la concentration des faisceaux dirigés suivant μp.

Si en A, entre μ et M, se produit un phénomène lumineux périodique ou même d'intensité variable avec le temps (supposons pour fixer les idées une étincelle oscillante), deux images peuvent être obtenues en p, l'une

Fig. 1. Fig. 2.



due au faisceau direct $A\mu p$, la seconde provenant de la lumière réfléchie sur le miroir M. L'image de retour se produit en p un temps $\frac{2D}{V}$ ($D = AM$) après l'image directe. Si le miroir tournant fait N tours par seconde, l'écart l entre deux points homologues des deux images reçues en p est $l = \frac{4\pi N d \times 2D}{V}$. La mesure de D, de d, de l et la connaissance de V (vitesse de la lumière) permettent la détermination de N. La détermination de l par une mesure micrométrique, rendue très précise par l'observation ultérieure du cliché au microscope, donnera donc la vitesse angulaire instantanée du miroir au moment de l'impression des images : $\omega = 2\pi N = \frac{Vl}{4Dd}$.

On peut disposer les choses de façon que le miroir tournant détermine l'éclairement en A au moment même où il se trouve dans la position convenable (incliné à 45° sur μP et sur μM).

Si le phénomène produit en A consiste en une série d'éclairements successifs, périodiques ou non, suivis d'extinction (ce qui a lieu dans le cas où l'on dispose en A une étincelle oscillante), chaque image consiste en une série de maxima et minima successifs. Si l'on a eu soin de faire coïncider au même point de la plaque p l'image directe et l'image réfléchie (le miroir μ étant au repos et incliné à 45°), il se produit lors de

la rotation du miroir μ un décalage l (*fig.* 2) des impressions dues à l'image directe sur celles dues à l'image réfléchie. Soit l' la distance qui sépare sur la plaque p le premier maximum de l'image directe du second maximum de la même image; si T est la période de l'oscillateur on a

$$l' = 2\pi N d \times \frac{T}{2} = \pi N d \times T.$$

De la mesure de d, de N (donnée par la détermination du décalage l relatif au maximum mesuré) et de l' on déduit la valeur de T.

Si pendant la durée de ces deux impressions des maxima et minima successifs dues aux images directe et réfléchie, la vitesse de rotation du miroir μ est demeurée constante, on en est averti par la constance du décalage l existant entre les maxima de même ordre des deux images. Si la vitesse du miroir a varié, la mesure du décalage l relatif au maximum étudié fait connaître la valeur exacte de la vitesse du miroir au moment de cette impression. Si l'étincelle A et plus généralement le phénomèn lumineux, d'intensité variable avec le temps, produit en A, est périodique, on en est averti par la constance de la distance l' séparant les maxima successifs de chaque image alors que le relevé des décalages l indique une vitesse constante du miroir μ.

Nous avons appliqué cette méthode à l'étude de l'étincelle hertzienne de l'excitateur et à celle du résonateur. Nous ferons connaître les résultats de cette étude.

On peut, à un certain point de vue, caractériser ce dispositif en le considérant comme l'inverse du dispositif classique que Foucault imagina pour la mesure de V. Connaissant le nombre de tours à la seconde N du miroir tournant et les dimensions du dispositif, Foucault en déduisait V. Ici, connaissant V et les dimensions du dispositif, on en déduit la vitesse du miroir à l'instant de l'impression photographique.

On peut également rapprocher cette méthode de celle imaginée en 1899 par MM. Abraham et Lemoine pour l'étude des durées extrêmement courtes et appliquée à l'étude du phénomène de Kerr et à celle de la polarisation rotatoire magnétique. Elle peut être considérée comme la combinaison de la méthode du miroir tournant et du principe sur lequel repose la méthode de MM. Abraham et Lemoine : Une durée extrêmement courte peut être déterminée par la mesure de l'espace que parcourt la lumière pendant cette durée elle-même.

BOTANIQUE. — *Les Eccrinides, nouveau groupe de Protophytes parasites.* Note de MM. **L. Léger** et **O. Duboscq**.

En 1849 Leidy fit connaître sous les noms génériques d'*Eccrina* et d'*Enterobryus* des végétaux parasites du rectum des Myriapodes diplopodes. C'étaient des organismes filamenteux, non ramifiés, portant à leur extrémité libre de courtes cellules terminales. Leidy les considéra comme des Confervacées, tandis que Ch. Robin, qui les retrouvait 2 ans plus tard, les rapprochait des Saprolégniées sans connaître, plus que Leidy, leur évolution. Depuis cette époque, les *Eccrina* et *Enterobryus* paraissent à peu près oubliés et aucun traité systématique n'en fait mention.

Dans nos recherches de parasitologie, nous avons rencontré des formes nouvelles voisines des *Eccrina*. L'étude de leur évolution nous autorise, croyons-nous, à créer pour ces organismes méconnus un groupe nouveau, les *Eccrinides*. Mieux qu'une définition un rapide exposé de l'évolution d'un type donnera l'idée de ce groupe homogène. Nous prendrons comme type *Arundinella capitata* n. g. n. sp., parasite du tube digestif de *Paguristes oculatus*.

Arundinella capitata est un filament simple, rigide comme un crin, attaché à la cuticule de l'épithélium stomacal ou intestinal du Pagure. Nous distinguerons les *formes stomacales* qui sont toujours petites (3^{mm} au plus de longueur) et les *formes intestinales* dont la taille peut dépasser 1^{cm} de longueur.

Formes stomacales. — Dans l'estomac, le parasite à l'état végétatif est un filament cylindrique, incolore, fixé à la paroi par une différenciation cuticulaire en forme de *pavillon* et montrant, à l'extrémité libre, une sorte de tête arrondie, le *gland*. Le filament est un tube à paroi cellulosique, rempli d'un cytoplasme syncytial dont les nombreux noyaux sont sphériques et parfaitement différenciés avec membrane, karyosome et grains de chromatine. Ce filament évolue en donnant soit des microspores, soit des macrospores.

Pour la formation des microspores, les noyaux de la portion distale s'orientent en en une file axiale serrée, et le cytoplasme se découpe par des cloisons transversales en autant de petites cellules aplaties qu'il y a de noyaux. Les microspores ainsi développées ont l'aspect d'une pile de pièces de monnaie enfermées dans un étui coiffé par le gland. A la maturité, le gland tombe et les spores sont mises en liberté. Nous pensons qu'elles sont destinées à gagner l'intestin pour donner les formes intestinales. Elles ne paraissent pas germer dans l'estomac.

Les macrospores se forment également par sériation des noyaux et segmentation du cytoplasme distal en cellules séparées. Mais l'écartement des noyaux détermine la formation de cellules beaucoup plus grandes que les microspores. Les macrospores,

d'abord uninucléées, multiplient leurs noyaux sur place. Quand elles ont de 4 à 6 noyaux, elles s'isolent en un corpuscule ellipsoïdal à grand axe transversal. A un pôle de ce corpuscule, le cytoplasme devient clair et exsude une sécrétion qui altère et perce la paroi cellulosique du tube. Les macrospores s'échappent ainsi par des trous latéraux bien visibles sur les tubes vides, tandis que le gland terminal persiste en se flétrissant lentement. Mises en liberté, les macrospores se fixent sur place et grandissent pour donner de nouvelles formes stomacales. Ce sont donc des éléments de multiplication endogène du parasite.

Formes intestinales et spores durables. — Les formes intestinales ont les mêmes caractères morphologiques que les formes stomacales dont elles diffèrent seulement par leur grande taille et la coloration de leur membrane chargée de pigment noir. Elles se multiplient activement dans l'intestin au moyen de macrospores qui naissent et germent de la même façon que dans l'estomac. Mais, dans l'intestin, on n'observe jamais de microspores.

Lorsque le Pagure infesté est sur le point de subir la mue qui va débarrasser l'intestin postérieur de sa paroi cuticulaire, les parasites donnent naissance à des *spores durables* qui, rejetées à l'extérieur avec la cuticule muée, peuvent produire une nouvelle infestation.

Les spores durables naissent dans de grands filaments qui n'ont d'abord rien de particulier. Elles sont ovoïdes, plurinucléées et protégées par deux membranes dont l'externe se prolonge à chaque pôle en une longue pointe. Leur apparition est précédée de la formation, aux dépens du cytoplasme syncytial du filament, de petits sporoblastes globuleux, nus, à un seul noyau. Nous avons des raisons de croire que ces éléments sont des gamètes devant copuler pour fournir la spore durable qui grossirait ensuite, en multipliant ses noyaux, avant de s'entourer d'une double enveloppe. A leur maturité, les spores durables quittent le tube flétri, groupées autour d'un reliquat filamenteux appendu au gland terminal.

Telle est, dans ses grandes lignes, l'évolution d'*Arundinella capitata*. Une autre espèce d'*Arundinella*, que nous appellerons *A. incurvata*, se rencontre chez *Eupagurus Prideauxi*.

Chez les Diplopodes nous avons retrouvé les *Eccrina* et *Enterobryus* de Leidy représentées par de nombreuses espèces dont nous préciserons ultérieurement les diagnoses. Citons seulement ici *Enterobryus Brölemanni* n. sp. dans le *Blaniulus hirsutus*, *Enterobryus hyalinus* n. sp. dans *Polydesmus rubromarginatus* et diverses espèces d'*Eccrina* bien caractérisées chez les Jules, les Polydesmes et les *Glomeris*. Dans les *Eccrina* des *Glomeris*, nous avons pu suivre la multiplication endogène avec formation de macrospores et de microspores, qui rappelle l'évolution des *Arundinella* des Pagures.

Enfin, nous avons rencontré des Eccrinides chez divers Coléoptères aquatiques, notamment chez les Hydrophilides, où ils se montrent avec des

caractères morphologiques assez spéciaux pour nécessiter la création de nouveaux genres.

Nous ne pouvons entrer ici dans les détails que nécessiteraient la description de toutes ces formes, et nous ne les signalons que pour montrer l'extension des Eccrinides. Ces organismes sont répandus chez les Arthropodes de diverses classes, terrestres ou aquatiques.

Nous ne pouvons non plus discuter la position systématique de ces organismes parasites. Ce sont des végétaux inférieurs, comme l'indique leur morphologie et la réaction cellulosique de leur paroi cellulaire, mais d'affinités si complexes qu'aucunes raisons décisives n'amènent à les classer dans les Algues plutôt que dans les Champignons. Les organismes les plus voisins paraissent être les *Amœbidium* rangés jusqu'ici parmi les Sporozoaires. Mais, c'est seulement dans un Mémoire détaillé, où les discussions, descriptions et figures trouveront leur place, que nous pourrons justifier la création de notre groupe nouveau des *Eccrinides*.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude cytologique dês Cyanophycées.* Note de M. **A. Guilliermond**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La question du noyau des Cyanophycées est encore très obscure, en dépit du nombre considérable de recherches auxquelles elle a donné lieu. Bütschli décrit, dans ces Algues, un « corps central », homologue d'un noyau, formé d'un cytoplasme alvéolaire dont les mailles très colorables représentent pour lui un réseau chromatique, et une mince zone de cytoplasme cortical, également alvéolaire, mais se colorant faiblement. Dans ces dernières années, les observations de Hégler, Kohl et Olive ont confirmé les résultats de Bütschli. Cependant Massart et Fischer nient énergiquement l'existence d'un noyau chez les Cyanophycées. Le dernier vient de publier un long travail sur la question. Il considère la zone corticale comme un chromatophore et le corps central comme la partie cytoplasmique de la cellule, laquelle accumule une grande quantité de produits de réserves, glycogène et granulations qui se colorent comme la chromatine « grains d'anabénine » et qui représentent, pour lui, des produits de transformation du glycogène.

Notre étude a porté spécialement sur *Phormidium favosum*, var. β (Gomont), *Rivularia bullata* et quelques Nostocs, dont *N. commune* et une

espèce non déterminée, qui semblerait toutefois se rapporter à *N. verrucosum*.

Phormidium favosum, par suite de la forte dimension de ses cellules, est très favorable à cette étude. On observe, dans chaque cellule de cette espèce, une partie centrale incolore et une mince zone corticale renfermant le pigment bleu. Le cytoplasme cortical se colore faiblement par les réactifs colorants : souvent, il présente de nombreuses petites vacuoles, qui lui donnent l'aspect alvéolaire décrit par Bütschli; il nous paraît impossible de l'assimiler à un chromatophore. Le cytoplasme médian, qui correspond au « corps central » des auteurs, renferme une partie fondamentale qui paraît souvent homogène et se colore de la même façon que le cytoplasme cortical. On y observe un réticulum fortement coloré; ce dernier se présente tantôt sous l'aspect de longs filaments épais, parcourant la cellule suivant son axe longitudinal et réunis les uns aux autres par de fines anastomoses latérales; les coupes transversales montrent que ces filaments offrent souvent une section ayant l'aspect d'un V et qu'ils sont surtout disposés sur la partie périphérique du corps central, formant par leur ensemble une sorte de tube. D'autres fois, le réticulum est à l'état de réseau extrêmement fin et ramifié à l'infini sur tout le corps central.

Lors de la division de la cellule, le réseau se partage en deux réticulums fils, par un étranglement médian. Plusieurs auteurs, Hégler, Kohl, Wager ont rapproché ce mode de division de la karyokinèse; il n'y a, d'après nous, rien qui autorise ce rapprochement, et l'on doit bien plutôt assimiler ce processus à une amitose.

Outre le réticulum, on observe, dans les cellules de *Phormidium*, du glycogène, surtout localisé dans le corps central et des grains de sécrétions de plusieurs catégories. Ce sont : 1° des corpuscules métachromatiques présentant des caractères identiques à ceux que nous avons fait connaître dans les levures; ils se rencontrent uniquement dans le corps central où ils sont surtout accolés aux filaments du réticulum, ce qui paraît indiquer que ce dernier joue un rôle prépondérant dans leur élaboration.

2° De grosses sphères réfringentes (au nombre de une à trois par cellule) difficilement colorables, localisées dans le corps central.

3° Des granulations correspondant aux *Cyanophytinkörner* de Palla et Nadson, situées dans la zone corticale.

Les Nostocs présentent la même structure que *Phormidium*, mais le corps central est plus réduit et le réticulum très condensé rappelle davantage un noyau : tantôt il affecte, dans son ensemble, l'aspect d'une masse sphérique, tantôt il offre un contour plus ou moins étoilé. Dans les cellules âgées, on observe une condensation progressive du réticulum : on voit apparaître une grosse vacuole qui occupe la plus grande partie de la cellule, tandis que le réticulum très condensé est refoulé à la périphérie et se trouve comprimé entre la vacuole et la membrane, dessinant une sorte de croissant.

Cette condensation du réticulum est encore plus caractéristique dans *Rivularia bullata*. Dans cette espèce, les cellules jeunes du sommet montrent une structure analogue à celle de *Phormidium;* à mesure que l'on descend vers la base où se trouvent des cellules plus âgées, on assiste à une réduction progressive du réticulum aux dépens de la zone corticale et à une vacuolisation de cette dernière. Le réticulum s'amincit et

se transforme en un filament plus ou moins spiralé, traversant la cellule suivant sa longueur. En même temps les petites vacuoles, formées dans le cytoplasme cortical, se fusionnent et constituent de grosses vacuoles occupant la plus grande partie de la cellule. Finalement, le réticulum chromatique se condense en un seul granule par cellule, d'aspect sphérique et homogène, parfois cependant légèrement spongieux, situé sur un côté de la cellule et accolé à la membrane; tout le reste de la cellule est occupé par une énorme vacuole. A ce stade, il n'existe plus de corps central : on a donc une structure très voisine de celle des autres végétaux, notamment des Champignons, et le granule chromatique ressemble à un véritable noyau.

En résumé, il existe, dans les Cyanophycées, une structure tout à fait spéciale : on ne rencontre pas de véritable noyau, mais en revanche, on observe un organe spécial, *un réticulum chromatique,* auquel Massart et Fischer n'ont pas attaché assez d'importance et qu'ils ont plus ou moins confondu avec les grains de sécrétion du corps central. Ce réticulum ressemble tout à fait à un réseau chromatique de noyau : il se divise lors du cloisonnement et se condense à certains stades pour prendre un peu l'aspect d'un véritable noyau. On a pu, jusqu'ici, hésiter à le considérer comme un organe équivalent au noyau, mais aujourd'hui, grâce à nos connaissances plus approfondies sur la cytologie des Protistes, cette hésitation ne nous paraît plus possible, contrairement à l'opinion de Massart et de Fischer. En effet, de récentes observations ont fait connaître une structure analogue chez un certain nombre de Protozoaires. R. Hertwig a désigné les noyaux ainsi réduits à leur réseau chromatique sous le nom de *chromidium* ou *réseau chromidial.* Nous adopterons cette désignation pour l'appareil nucléaire des Cyanophycées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — Sterigmatocystis nigra *et acide oxalique.* Note de M. **P.-G. Charpentier**, présentée par M. Schlœsing père.

Dans une précédente Note (¹) j'ai fait voir que le *Sterigmatocystis nigra,* que j'ai cultivé, peut, en consommant le sucre du liquide Raulin, produire de l'acide oxalique et que cet acide n'est jamais apparu dans mes cultures avant la sporulation du champignon. Mais y a-t-il entre ces deux phénomènes, sporulation et production d'acide, une relation de cause à effet, ou bien l'un n'agit-il sur l'autre qu'indirectement? C'est en étudiant la marche de la culture que l'on sera fixé.

[1] *Comptes rendus,* t. CXLI, p. 367.

J'ai mis en train le même jour, dans une étuve à 34°, plusieurs cultures de *Sterigmatocystis* sur liquide Raulin; elles ont été conduites comme je l'ai expliqué dans ma précédente Note. Chaque jour je retirais un ballon de l'étuve; je déterminais le poids de la récolte desséchée à 103°, l'acidité totale évaluée en acide tartrique, la quantité de sucre interverti et la quantité d'acide oxalique présentes dans le liquide.

Voici les résultats de l'expérience :

Durée de la culture en jours.	État du mycélium.	Poids de la récolte en gr.	Acidité totale par litre en gr.	Sucre interverti en milligr.	Acide oxalique en milligr.
0	témoin non ensemencé.........	0	1,78	8,31	0
1	léger feutrage blanc...........	0,131	1,68	7,93	0
2	mycél. complet, déb. de sporulat.	1,603	2,39	5,34	0
3	mycél. noir, sporulat. se fait....	3,071	1,12	2,17	0
4	mycél. noir, sporulat. terminée.	3,426	0,32	0,65	0
5	id.	3,341	traces	traces	14
6	id.	2,951	0	0	44
8	id.	2,672	0	0	70

Je ferai d'abord remarquer que l'acide oxalique n'est apparu dans le liquide qu'après la disparition, pour ainsi dire complète, de l'acidité totale; d'où la nécessité pour doser cet acide de le précipiter à l'état de sel de calcium et de ne point se contenter d'un titrage acidimétrique. Il est presque inutile d'ajouter que l'acide est évidemment neutralisé au fur et à mesure de son excrétion.

La cinquième et la sixième colonne du Tableau montrent un fait des plus importants : c'est l'apparition de l'acide au moment où le milieu ne renferme plus de sucre interverti. Les chiffres de la troisième colonne font voir que le poids du mycélium augmente pendant les 4 premiers jours pour diminuer ensuite régulièrement, et que c'est précisément au moment où commence cette diminution que paraît l'acide dans le milieu. Ces trois phénomènes : disparition du sucre interverti, diminution du poids de la plante et apparition de l'acide, coïncident dans le temps; est-ce l'œuvre du hasard? Une expérience va nous éclairer.

Deux ballons A et B de 1500$^{cm^3}$ de capacité, renfermant chacun 400$^{cm^3}$ de liquide Raulin stérilisé, sont ensemencés puis mis à l'étuve à 34°. Au bout de 4 jours, le mycélium de A bien sporulé et sec a un poids de 5^{g},210; le liquide de B est soutiré et remplacé sous le mycélium par 400$^{cm^3}$ de liquide Raulin neuf. Au bout de 8 jours, le mycélium de B est très dur et, à l'état sec, a un poids de 8^{g},118 : quant au liquide, il renferme encore du sucre et point trace d'acide oxalique.

Ainsi, en ne laissant pas la plante épuiser son milieu, on l'empêche en même temps de diminuer de poids et de produire de l'acide; toutes ces fonctions sont intimement liées les unes aux autres.

La meilleure manière d'expliquer les faits est de supposer que le *Sterig-*

matocystis nigra consomme le sucre du liquide Raulin pour édifier ses cellules et y accumuler des réserves et que, le sucre venant à manquer, il brûle ses réserves en produisant de l'acide oxalique.

Je rappelle en passant que la diminution de poids du mycélium, mise en évidence dans la troisième colonne du Tableau ci-dessus, porte exclusivement sur sa matière organique, ainsi que l'a fait voir M. Fernbach ([1]) et point sur les cendres dont le poids reste constant.

Une objection peut être faite à notre manière d'envisager les choses, il importe d'y répondre.

On a souvent regardé l'acide oxalique comme un produit intermédiaire de la combustion du sucre, et il était alors légitime d'imaginer que son absence du milieu tenait à ce qu'il était consommé aussitôt produit, avant même de sortir des cellules. Je me suis assuré qu'il n'en était rien. J'ai cherché à immobiliser l'acide en le combinant au calcium à l'intérieur même des cellules; pour cela j'ai ajouté $0^g,100$ de nitrate de calcium à 200^{cm^3} de liquide Raulin, que j'ai ensemencés et mis à l'étuve à 34°; 36 heures après, le mycélium encore tout blanc a été broyé et épuisé à chaud par de l'eau acidifiée par l'acide chlorhydrique suivant la technique de MM. Berthelot et André ([2]); dans le liquide d'épuisement je n'ai pu déceler la présence, ne fût-ce qu'à l'état de traces, d'acide oxalique. Il est donc vraisemblable que les tissus du champignon ne renferment point d'oxalate de calcium et par suite ne fabriquent d'acide que lorsqu'ils en excrètent.

En résumé le *Sterigmatocystis nigra*, cultivé sur liquide Raulin, ne sécrète jamais d'acide oxalique avant de sporuler, mais la sporulation n'agit qu'indirectement sur cette sécrétion : c'est l'épuisement du milieu qui la provoque. La plante ne produit pas d'acide avant de faire ses conidies, parce qu'elle ne saurait épuiser le milieu sans assurer sa reproduction.

M. G. Ullmann adresse une Note *Sur le clignement vibratoire des paupières et les affections rénales.*

(Renvoi à l'examen de M. Bouchard.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

([1]) Fernbach, *Ann. Inst. Past.*, 1890, t. IV, p. 12.

([2]) Berthelot et André, *Ann. Chim. et Phys.*, 6e série, t. X, 1887.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 juillet 1905.

(Suite.)

The centennial of the United States military Academy at West Point, New-York, 1802-1902. Vol. I. *Addresses and Histories.* Vol. II. *Statistics and Bibliographies.* Washington, Government printing Office, 1904; 2 vol. in-4°.

Observatorio astronómico de Madrid. *Instrucciones para observar el eclipse total de Sol del dia* 30 *de agosto* 1905. Madrid, 1905; 1 fasc. in-8°.

Il sistema planetàrio, per Michele Tortorici Lipira. Caltanissetta, 1904; 1 fasc. in-8°.

M. Arthur Schuster fait hommage à l'Académie des huit Opuscules suivants :

The optics of the spectroscope. Chicago, 1905; 1 fasc. in-8°.

Radiation through a foggy atmosphere. Chicago, 1905; 1 fasc. in-8°.

The temperature of the solar atmosphere. Chicago, 1905; 1 fasc. in-8°.

On the spectrum of an irregular disturbance. (From the *Philosophical Magazine* for march 1903.) 1 fasc. in-8°.

On the number of electrons conveying the conduction currents in metals. (From the *Phil. Mag.,* for jan. 1904.) 1 fasc. in-8°.

A simple explanation of Talbot's bands (From the *Phil. Mag.,* for jan. 1904.) 1 fasc. in-8°.

The propagation of Waves through dispersive media. (Extr. de *Boltzmann-Festschrift,* 1904.) Leipzig; 1 fasc. in-8°.

Sun-spots and magnetic storms. (Extr. de *Monthly Notices of the R. astr. Soc.* Vol. LXV, n° 3.) 1 fasc. in-8°.

Annuario del Circolo matematico di Palermo, 1905. Palerme, 1905; 1 fasc. in-8°.

Pubblicazioni della Specola vaticana, vol. VII. Rome, 1905; 1 vol. in-4°.

Polytechnia, revista de sciencias medicas e naturaes; vol. I, n° 1, 1905. Lisbonne; 1 fasc. in-8°.

The geographical Journal, including the Proceedings of the Royal geographical Society; vol. XXVI, n° 1, 1905. Londres, 1 fasc. in-8°.

Buletinul Societatii de Sciinte din Bucuresci, Romania; anul XIV, n°s 1 si 2. Bucarest, 1905; 1 vol. in-8°.

El Instructor, publicacion mensual cientifica, literaria y de filologia; año XXII, num. 1, 2. Aguascalientes, 1905; 2 fasc. in-4°.

The Canadian patent Office record and register of copyrights and trade marks, Ottawa, january 31st, 1905; vol. XXXIII, n° 1. Ottawa; 1 fasc. in-4°.

Revista do Museu Paulista, pub. por H. von Ihering; vol. VI. Sao Paulo (Brésil), 1904; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 SEPTEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les composés alcalins insolubles formés par les substances humiques d'origine organique et leur rôle en physiologie végétale et en agriculture*; par M. **Berthelot**.

1. Au cours de mes recherches de *Chimie végétale et agricole* (t. IV, p. 54 et suivantes; p. 120 et suivantes) j'ai publié diverses expériences relatives aux composés potassiques insolubles existant dans les plantes vivantes, dans le sol végétal, dans les terreaux, ou susceptibles de s'y former, comme on le réalise par l'action directe de la potasse (¹) sur l'acide humique artificiel. L'existence des sels potassiques insolubles est exceptionnelle parmi les composés étudiés communément en Chimie et elle devient l'origine de réactions singulières. Les acides qui les constituent appartiennent le plus souvent au groupe des acides à poids moléculaire élevé et polyvalents, résultant de condensations et polymérisations, tels que les silicates et les acides humiques.

J'ai cru opportun d'approfondir l'étude de ces derniers, et spécialement les réactions et échanges, susceptibles de déterminer la fixation ou l'élimination des alcalis entre les plantes et les substances humiques mises en présence des sels solubles de potasse et de chaux, formés par les acides forts et les acides faibles et contenus dans les eaux souterraines, le sol et les engrais. Les problèmes ainsi soulevés sont nombreux et intéressants; je me bornerai aujourd'hui à en examiner quelques-uns.

(¹) La soude forme également des composés humiques insolubles, et l'ammoniaque des composés amidés des mêmes acides.

2. Donnons d'abord la liste des substances humiques sur lesquelles j'ai opéré.

(I). *Acide humique artificiel*, provenant de la réaction de l'acide chlorhydrique concentré sur le sucre (t. IV, p. 120). Je l'ai mis en œuvre sous trois formes, savoir :

1° *L'acide humique frais*, employé aussitôt après sa préparation et purification par lavages;

2° Un *acide ancien et actuellement oxydé*, préparé en 1890, sur lequel avaient porté mes anciennes expériences; mais depuis lors cette substance avait subi, en flacons, les actions prolongées de l'air atmosphérique (toujours plus ou moins humide) et de la lumière : ce qui l'avait oxydé en partie et jauni superficiellement. Ces altérations sont semblables d'ailleurs à celles des matières humiques contenues dans le sol végétal.

3° Un *acide amidé*, résultant de l'action de l'ammoniaque sur l'acide humique récent.

(II). Les *feuilles mortes des arbres forestiers*, celles du chêne principalement, décolorées et dépouillées des parties vertes par les altérations qui résultent de l'action des agents atmosphériques au cours d'une saison; c'est-à-dire les feuilles sèches brunies, telles qu'elles sont engendrées chaque année dans les forêts et employées comme couvertures dans les opérations agricoles.

(III). Le *terreau*, ou plus exactement un terreau spécial, obtenu par le mélange de débris végétaux, de terre argilosablonneuse et de fumier, tel qu'on l'emploie en horticulture.

3. Chacune de ces matières premières a été analysée, puis soumise aux épreuves suivantes, dont on résumera les résultats :

1° *Macérations à froid et à chaud*, avec une grande quantité d'eau pure;

2° *Distillation avec l'eau*, au bain d'huile ou de sable, et *distillations avec des solutions salines* (chlorures, acétates);

3° *Macérations à froid et à chaud*, avec une solution étendue de *chlorure de potassium*. Dans les macérations à chaud, l'eau évaporée était renouvelée à mesure;

4° *Macérations avec une solution de chlorure de calcium;*

5° *Macérations avec une solution d'acétate de potassium;*

6° *Macérations avec une solution d'acétate de calcium.*

On a déterminé dans les derniers essais les doses de potasse et de chaux existant sous forme soluble et sous forme insoluble, tant dans les matières mises en œuvre (*état initial*) que dans les matières retrouvées (*état final*) après les opérations.

I. — 1° Acide humique frais.

1. *Analyse.* — Ce corps séché renferme C = 66,4; H = 4,6; O = 29,0; cendres insensibles. Rapports atomiques $C^{18}H^{14}O^{6}$ (¹); confirmés par l'analyse des sels. C'est un anhydride, de l'ordre des lactones, dérivé d'un acide $C^{18}H^{16}O^{7}$, précipitable à froid de ses solutions alcalines par l'acide chorhydrique étendu.

2. *Macération avec l'eau.* — L'action prolongée de l'eau pure à 100°, en grande quantité, extrait de ce composé une petite quantité, 3 millièmes en poids environ, d'un acide soluble, de l'ordre des acides-alcools ou acétones-alcools. Cet acide est le produit d'un dédoublement, et son sel de baryte est soluble. Pendant l'évaporation, ce sel de baryte s'altère et brunit : il a été analysé.

3. *Distillation avec l'eau.* — L'acide humique, distillé avec 10 fois son poids d'eau pure, a fourni un acide volatil, dont le poids estimé comme acide acétique, d'après titrage, s'élèverait à un demi-millième du poids de l'acide humique. En même temps, il se dégage un *produit volatil à odeur éthérée, avec nuance acre* et extrêmement irritante, à la façon de l'acroléine. J'avais soupçonné la formation du furfurol; mais le produit observé n'en a pas offert les réactions colorées (acétate d'aniline, phénylhydrazine). Ce doit être cependant un composé de formule simple et intéressante, aldéhydique ou acétonique, se rattachant à quelque dédoublement de l'acide; la proportion en est minime.

4. *Distillation avec acétate de potassium.* — 10^{g} d'acide humique ont été distillés avec 10 fois leur poids d'une solution d'*acétate de potassium*, renfermant une molécule pour 10^{l} (soit 1 pour 100 environ de la dissolution). Il s'est dégagé le même produit volatil aldéhydique odorant qu'avec l'eau pure. En même temps, on a recueilli 36^{cm^3} d'eau, sur 100^{cm^3} de liqueur mise en œuvre, et cette eau contenait $0^{g},049$ d'acide acétique, d'après titrage avec l'eau de baryte, sur $0^{g},60$ contenu dans l'acétate mis en œuvre.

Son évaporation a fourni en effet de l'acétate de baryte cristallisé, presque pur.

D'autre part, la liqueur demeurée dans la cornue était fortement colorée. On a recueilli sur un filtre la partie restée insoluble; on l'a lavée à froid, puis desséchée. Après incinération et changement des cendres en sulfate,

---

(¹) *Chimie végétale et agricole*, t. IV, p. 123.

on a dosé la potasse sous forme de chloroplatinate. On a ainsi trouvé à 100° $0^g,158\,SO^4K^2$: soit $0^g,071$ de potassium; c'est-à-dire près d'un cinquième du potassium primitif transformé en sel insoluble.

5. La distillation de l'acide humique avec une dissolution de chlorure de potassium a fourni à peu près les mêmes résultats qu'avec l'eau pure. L'acide humique a retenu seulement une trace de potassium.

Cet acide paraît donc ne déplacer que des traces d'acide chlorhydrique dans les conditions sus-décrites; tandis qu'il entre en équilibre marqué avec l'acide acétique.

2° Acide humique ancien.

1. *Analyse :* L'acide humique décoloré, c'est-à-dire jauni par l'action prolongée de l'air et de la lumière, exercée sur une faible épaisseur, peut perdre du carbone, jusqu'à n'en plus renfermer que 61,5 centièmes, au lieu de 66,4; l'hydrogène ne variant guère (t. IV, p. 180). L'échantillon sur lequel j'ai opéré actuellement était moins oxydé et renfermait de l'acide noir mélangé. Il contenait $C = 65,3$, $H = 4,4$ (séché à 110°).

2. *Macéré avec l'eau* à froid (2 jours), ou a 100° (6 heures), avec 10 fois son poids d'eau, il a fourni une liqueur filtrée acide, à peu près de même titre qu'en opérant avec l'acide humique récent.

3. *Distillé avec l'eau,* il a donné des traces d'acide volatil (quelques dix-millièmes) et la même vapeur éthérée irritante que plus haut, sans furfurol.

4. *Macéré avec l'acétate de potassium,* à froid, soit $2\frac{1}{2}$ fois son poids d'une dissolution d'acétate de potassium ($1^{mol} = 1^l$), l'acide humique ancien a fourni une liqueur filtrée titrant, pour 10^g d'acide humique, $0^g,22$ d'acide libre (tant acétique que dérivé humique soluble), et un produit noir insoluble. Ce dernier, bien lavé, contenait $0^g,13$ de potassium fixé, soit le tiers de cet élément contenu dans l'acétate employé.

5. *Distillation avec l'acétate de potassium.* — On a pris 10^g d'acide humique et 100^{cm^3} d'eau renfermant 1^g, c'est-à-dire un centième de molécule d'acétate de potassium. On a recueilli 75^{cm^3} d'eau, laquelle contenait 0,082 d'acide libre, sans que l'action fût encore épuisée; soit un septième environ de l'acide total contenu dans l'acétate. On a poussé plus loin la distillation avec addition d'eau, etc. En définitive, le produit insoluble, recueilli ensuite et lavé, renfermait $0^g,11$ de potassium fixé; soit un peu plus d'un quart de cet élément initial.

6. Avec le *chlorure de potassium* en solution étendue, par macération ou distillation, résultats presque insensibles.

De même avec le *chlorure de calcium* en solution étendue.

7. *Macération avec l'acétate de calcium.* — On a cru utile de comparer la fixation de la chaux à celle de la potasse, les bases étant prises sous forme d'acétate. Soit donc 10^{g} ac. humique + 25^{cm^3} solution d'acétate de calcium ($1^{mol} = 4^{l}$). Macération à froid 2 jours. On a trouvé : acide mis en liberté $0^{g},17$; c'est-à-dire un peu plus d'un quart de l'acide contenu dans l'acétate. La matière noire lavée retenait à l'état insoluble : $0^{g},049$ de calcium, valeur voisine des chiffres correspondant à l'acide devenu libre.

On a observé d'ailleurs dans ces essais un excès de titre acide de 0,02 environ, attribuable à la transformation propre de l'acide humique.

On voit encore que le potassium se fixe en doses équivalentes voisines de celles du calcium fixé; surtout si l'on remarque que 20 parties de calcium équivalent à 39,1 de potassium.

3° Acide humique amidé.

Voici maintenant une expérience qui met en évidence l'intervention d'un acide humique amidé dans les fixations de potasse.

10^{cm^3} d'acide humique (récent) ont été mis en macération pendant 2 jours à froid, en vase clos, avec 25^{cm^3} d'une solution de chlorure de potassium ($1^{mol} = 1^{l}$) et 25^{cm^3} d'ammoniaque dissoute ($1^{mol} = 1^{l}$). — On a filtré au contact de l'air et lessivé avec 600^{cm^3} d'eau distillée froide.

La liqueur obtenue est à peu près neutre et contient des sels organiques solubles. Elle renferme à peu près tout le chlore, d'après pesée sous forme de chlorure d'argent.

La partie insoluble a été lavée avec soin à froid, puis séchée à 110°; opération au cours de laquelle elle a émis des vapeurs alcalines.

Analyse :

$$C = 63,66; \quad H = 4,34; \quad Az = 0,98; \quad K = 3,22; \quad O = 27,80.$$

Le rapport atomique du potassium à l'azote est voisin de celui de 1 : 1.

Voici la répartition des alcalis, avant et après l'expérience :

		Finale				
	Initiale.	soluble.		insoluble.		Somme.
Potasse, K^2O........	11,75	8,54	+	3,21	=	11,75
Azote..............	3,50	1,93	+	0,82	=	2,75

On voit qu'il y a eu une perte sur l'azote total; ce qui s'explique en raison de l'évaporation de l'ammoniaque au cours des traitements.

Quant à la potasse, un peu plus d'un quart a été rendu insoluble par son union avec l'acide amidé; l'acide chlorhydrique équivalent ayant été changé en chlorhydrate d'ammoniaque : ce qui a été vérifié par dosage du chlore soluble.

C'est ici le lieu de rappeler mes anciennes expériences (*Chimie agricole et végétale*, t. IV, p. 117) sur la matière humique de la terre végétale, isolée par l'action réitérée de l'acide fluorhydrique : cette matière renferme 3 à 4 pour 100 d'azote. Elle a enlevé à une solution étendue de potasse jusqu'à 44 parties de cet alcali, en formant un sel qui, après lavages prolongés, en a perdu la majeure partie; mais en retenant encore de 3,7 à 6,2 pour 100 de potasse insoluble, suivant les échantillons. Nous allons retrouver des faits analogues avec les feuilles mortes et le terreau.

II. — Feuilles mortes.

1. *Analyse.* — On a rassemblé en 1905 une provision de feuilles mortes de 1904, tombées à terre et exposées à l'atmosphère pendant l'hiver; elles provenaient surtout du chêne. On les a lavées à grande eau dans un baquet, à trois reprises, en décantant pour séparer le sable et la terre; on les a égouttées sur des cadres, pressées entre linges tordus, séchées à l'air, puis passées au moulin; ce qui a fourni 833^g de produit. Un échantillon moyen a été formé, séché à 110° et analysé :

$$C = 54,00; \quad H = 5,83; \quad Az = 2,03; \quad O \ldots \text{etc.} = 38,14 \text{ sur } 100,0.$$

Cendres : 13,77 en plus, Eau retenue à froid : 19,8 en plus.

Ces cendres renfermaient :

$SiO^2 = 6,9$; $P^2O^5 = 0,28$; Alumine et oxyde ferrique $= 0,43$;
$CaO = 3,15$; $K^2O = 0,20$; autres éléments non dosés : 2,81.

2. *Distillations.* — Le produit pulvérulent précédent, dérivé des feuilles mortes, étant distillé avec 10 fois son poids d'*eau* distillée, a fourni un liquide neutre, à odeur de moisi, renfermant un peu de *furfurol*, nettement caractérisé.

La distillation du même produit, opérée en présence de 10 fois son poids d'une solution de *chlorure de potassium* ($1^{mol} = 10^l$), a donné les mêmes résultats.

En présence de 10 fois son poids d'une solution d'*acétate de potassium*, on a obtenu également du furfurol. Mais il a distillé en même temps une certaine dose d'acide acétique : soit, avec 10g de la poudre des feuilles sèches, 0g,007 dans le premier dixième distillé.

Les feuilles mortes renferment donc certains composés humiques, susceptibles de partager la potasse avec l'acide acétique.

3. *Macérations avec l'eau.* — 2 jours à froid. 50g de poudre de feuilles et 1l d'eau distillée. On a filtré et lessivé avec 1l,5 d'eau.

Macération à 100°, 6 heures (1), puis lessivage à froid.

On a déterminé, avec les produits de ces deux opérations, la chaux et la potasse dans la partie restée insoluble et dans la partie soluble. On a rapporté dans le Tableau ci-dessous les poids obtenus à 100g de matière organique (cendres déduites et toutes réductions faites) :

	A froid.	A 100°.
Potasse soluble, K^2O	0,17	0,17
Potasse insoluble	0,04	0,04
Chaux soluble, CaO	0,17	0,405
Chaux insoluble	2,98	2,745

On voit qu'il existe dans les feuilles mortes, ayant subi les traitements ci-dessus, des composés potassiques insolubles, dont la proportion ne varie pas sensiblement avec la température de la macération.

Les composés calciques, dans les mêmes conditions, sont en majeure partie insolubles. Cependant la dose soluble double à 100° (2), sans dépasser sensiblement un huitième de la chaux totale.

Rappelons que ces résultats s'appliquent à des feuilles mortes déjà en majeure partie épuisées par les pluies et par des lavages initiaux; ceux-ci tendent surtout à éliminer la potasse. Or, je me proposais de rechercher la dose de potasse engagée dans des composés insolubles, ou susceptible de le devenir sous l'influence d'un excès de sels solubles.

4. *Macérations avec des solutions salines.* — Toutes les expériences qui suivent ont été faites avec 50g de feuilles mortes, pulvérisées au moulin, séchées à 110°, et en les mettant en présence de 25cm³ d'une solution renfermant un équivalent de chlorure ou d'acétate (potassium, calcium)

---

(1) Pendant cette opération, une partie de l'eau s'évaporait et était remplacée à mesure. Mais il en résulte quelque perte d'acide acétique.

(2) Malgré la perte d'acide volatil.

au litre. On a fait macérer, soit à froid pendant 48 heures, soit à 100° pendant 6 heures. Puis on a lessivé avec $1^l,5$ d'eau distillée; on a déterminé le titre acide de la liqueur, les doses de potassium soluble et insoluble, les doses de calcium soluble et insoluble. Les Tableaux suivants indiquent les résultats obtenus ([1]), calculés pour 100^g de matière organique initiale sèche (cendres déduites, etc.).

(1). *Eau pure.*

		A froid.		A chaud.
Potasse initiale K^2O	soluble.........	$0^g,17$	Potasse finale	0,17
	insoluble.......	0,04		0,04
Chaux initiale CaO	soluble.........	0,17	Chaux finale	0,40
	insoluble.......	2,98		2,75

(2). *Chlorure de potassium*

				A froid.	A chaud.
Potasse initiale	soluble...	$2,69 + 0,17 = 2^g,86$	Potasse finale	2,30	2,51
	insoluble.	0,04		0,49	0,31
Chaux initiale	soluble...	0,17	Chaux finale	0,40	0,59
	insoluble.	2,98		2,80	2,64

Acidité de la liqueur ([2]) extrêmement faible.

(3). *Chlorure de calcium.*

				A froid.
Potasse initiale	soluble...	$0^g,17$	Potasse finale	0,15
	insoluble.	0,04		0,05

				A froid.	A chaud.
Chaux initiale	soluble...	$0,17 + 3,19 = 3^g,36$	Chaux finale	2,96	3,00
	insoluble.	2,98		3,40	3,35

Acidité évaluée $0^g,017$ (en HCl).

L'acidité est négligeable; c'est-à-dire que l'acide chlorhydrique donne à peine quelques indices de déplacement.

En présence du chlorure de potassium, la dose de potassium rendue insoluble s'est accrue d'une façon très sensible; tandis que la dose de calcium

(1) Sans correction; c'est-à-dire avec les faibles écarts représentant les erreurs d'analyse.

(2) Évaluée en HCl ($0^g,02$); en réalité c'est un acide organique.

soluble s'accroissait corrélativement. La dose de cette base dernière insoluble au contraire diminuait.

Il y a donc eu diminution, c'est-à-dire déplacement de la potasse soluble par la chaux insoluble en proportion sensible, sous l'influence d'un excès de chlorure de potassium.

Au contraire, sous l'influence d'un excès de chlorure de calcium, la dose de potassium insoluble est demeurée à peu près constante, soit à froid, soit à chaud; tandis que la dose de chaux rendue insoluble, empruntée au chlorure de calcium par les matières humiques, s'est accrue d'une façon notable, soit d'un huitième environ.

Voici maintenant les résultats observés avec les acétates de potassium et de calcium.

(4). *Acétate de potassium.*

				A froid.	A chaud.
Potasse initiale	soluble...	0^{g},17 + 2,70 = 2^{g},87	Potasse finale	2,45	2,54
	insoluble.	0,04		0,39	0,40
Chaux initiale	soluble...	0,17	Chaux finale	0,39	0,74
	insoluble.	2,98		2,74	2,57

Titre acide (¹)... { 0^{g},10, soit 6 pour 100 à froid, équivaut à $\frac{1}{8}$ de l'acide acétique,
0^{g},31, soit 18 pour 100 à chaud, équivaut à $\frac{1}{2}$ environ.

(5). *Acétate de calcium.*

				A froid.	A chaud.
Potasse initiale	soluble...	0^{g},17	Potasse finale	0,16	0,19
	insoluble.	0,04		0,05	0,03
Chaux initiale	soluble...	0,17 + 3,18 = 3^{g},35	Chaux finale	2,73	3,11
	insoluble.	2,98		3,59	3,1

Titre acide (¹)............ { 0^{g},18 à froid, équivaut à $\frac{1}{8}$ de l'acide combiné,
0,40 à chaud, ou $\frac{1}{4}$ environ.

La dose de potasse insoluble est à peu près la même à chaud et à froid. Elle n'est pas accrue par la présence de l'acétate de calcium; mais elle est augmentée d'un huitième environ, en présence de l'acétate de potassium.

La dose de chaux soluble est un peu accrue en présence de l'acétate de potassium; mais elle diminue en présence de l'acétate de calcium.

(¹) Évalué en acide acétique.

III. — Terreau.

1. *Analyse.*

Matière organique, séchée à 110° :

C = 53,34; H = 5,58; Az = 3,60; O, etc. = 37,48 sur 100,0;

Eau perdue à 110° (en plus) = 9,7.
Cendres, en plus, 109,8. Elles renfermaient :

SiO^2	85,3
P^2O^5	2,0
Alumine et oxyde ferrique	7,8
CaO	7,7
K^2O	0,60
Autres éléments non dosés	6,4

La composition centésimale de la matière organique est très voisine de la composition de la matière humique extraite du sol au moyen de l'acide fluorhydrique, laquelle s'élevait, d'après mes essais (*Chimie agricole et végétale*, t. IV, p. 117), aux valeurs suivantes :

C = 55,3 à 56,5; H = 5,3 à 5,2; Az = 4,2 à 3,0; O, etc. = 35,2

2. *Distillations.* — Avec 11 fois son poids d'*eau* pure. — Liqueur neutre renfermant nettement du furfurol; odeur de moisi.

Mêmes résultats avec une solution de *chlorure de potassium.*

Avec l'*acétate de potassium :* furfurol et acide acétique déplacé; soit 0g,40 d'acide acétique pour 100 parties de matière organique du terreau.

3. *Macérations avec eau pure.* — 30g de terreau et 25cm³ d'eau pure et les mêmes solutions salines employées pour les feuilles.

Les chiffres sont calculés pour 100g de matière organique du terreau.

(1). *Eau pure :*

		A froid.		A chaud.
Potasse initiale K^2O	soluble	0g,12	Potasse finale	0,15
	insoluble	0,47		0,44
Chaux initiale CaO	soluble	0,56	Chaux finale	0,60
	insoluble	7,11		7,10

(2). *Chlorure de potassium :*

				A froid.	A chaud.
Potasse initiale	soluble	0g,12 + 4,96 = 5g,08	Potasse finale	»	»
	insoluble	0,47		0,91	0,87
Chaux initiale	soluble	0,56	Chaux finale	0,97	0,95
	insoluble	7,11		»	6,70

(3). *Chlorure de calcium.*

						A froid.	A chaud.
Potasse initiale	soluble....	0^g,12		Potasse finale	soluble...	0,20	0,31
	insoluble..	0,47			insoluble..	0,35	0,29
Chaux initiale	soluble....	0,56 + 5,87 =	6^g,43	Chaux finale	soluble...	5,65	6,09
	insoluble..		7,11		insoluble..	8,0	7,38
			13,54			13,65	13,47

(4). *Acétate de potassium.* — Solution plus colorée qu'avec l'acétate de chaux.

					A froid.	A chaud.
Potasse initiale	soluble....	0,12 + 4,96 = 5^g,08	Potasse finale	soluble...	»	4,09
	insoluble..	0,47		insoluble..	0,71	0,77
Chaux initiale	soluble....	0,56	Chaux finale	soluble...	0,90	1,19
	insoluble..	7,11		insoluble..	6,90	6,53

Acidité [1] à froid : 0,35 pour 100 de matière organique. Soit 5,5 pour 100 environ de l'acide contenu dans l'acétate.

Acidité [1] à chaud : 0,55 pour 100 de matière organique. Soit 9 pour 100 environ de l'acide contenu dans l'acétate.

(5). *Acétate de calcium.*

						A froid.	A chaud.
Potasse initiale	soluble....	0^g,12		Potasse finale	soluble...	0,40	0,41
	insoluble..	0,47			insoluble..	0,17	0,20
Chaux initiale	soluble....	0,56 + 5,83 =	6^g,39	Chaux finale	soluble...	5,63	5,66
	insoluble..		7,11		insoluble..	7,90	7,90
			13,50			13,53	13,56

Acidité libre à froid : équivaut à 0^g,65 d'acide acétique pour 100^g de matière organique.

A chaud, 0^g,95 d'acide pour 100^g de matière organique.

D'après ces faits, l'eau pure, agissant à froid et à chaud sur le terreau, a donné une répartition des deux bases alcalines à peu près la même.

La présence du chlorure de potassium et celle de l'acétate de potassium ont doublé à peu près la potasse insoluble.

Les mêmes sels ont au contraire à peu près doublé la chaux soluble, avec de faibles différences à chaud et à froid.

---

[1] Évaluée en acide acétique.

Mais la présence du chlorure de calcium et celle de l'acétate de calcium ont diminué la dose de potasse insoluble, et accru celle de la chaux insoluble. Ces résultats sont analogues à ceux qui ont été observés plus haut avec les feuilles mortes et accusent des équilibres du même ordre.

Tels sont les faits observés dans l'étude des sels insolubles de potassium constitués par les acides humiques et composés analogues, soit artificiels, soit naturels, c'est-à-dire dérivés des matières organiques des végétaux altérés isolément, ou avec le concours de la terre arable. Ces faits doivent être envisagés à différents points de vue.

Signalons d'abord les équilibres complexes entre les sels et composés solubles formés par les bases et étudiés en chimie ordinaire, et les composés insolubles des mêmes bases, formés par les principes humiques. Insistons spécialement sur les équilibres entre la potasse et la chaux des mêmes sels, combinés tant sous forme soluble que sous forme insoluble dans les sels et dans les combinaisons humiques. Ces divers équilibres ont été définis pour des cas spéciaux dans les pages précédentes. On a montré en particulier comment la potasse et la chaux se déplacent réciproquement : soit dans leurs combinaisons solubles, soit dans leurs combinaisons insolubles, suivant leurs proportions et la force relative des acides minéraux, organiques proprement dits et humiques, mis en présence. Ces phénomènes sont fort intéressants pour la statique chimique.

En tout cas, il ne s'agit pas ici de la fixation des sels préexistants, en totalité, telle qu'on l'admet dans certains cas, sous l'influence supposée de phénomènes capillaires. Mais, dans les faits actuels, il y a déplacement des acides solubles, tels que l'acide acétique, par les acides humiques, déplacement constaté soit par distillation, soit même par simple dissolution.

A un autre point de vue, il convient d'insister sur les conséquences qui résultent des faits observés, au point de vue physiologique et agricole. En effet ces dernières conséquences sont applicables à l'emploi des engrais et des sels des eaux d'irrigation et d'infiltration renfermés dans le sol. On voit par les faits observés ici comment la potasse des composés solubles contenus dans ces eaux et celle notamment qui est mise en jeu par l'action dissolvante des eaux sur les sels solubles des engrais, — spécialement les sels des acides faibles, tels que carbonates, acétates, tartrates, etc., — comment, dis-je, cette potasse peut être fixée et rendue insoluble par les matières humiques. Elle est ainsi emmagasinée temporairement; sauf à

redevenir soluble et, par suite, assimilable pour la nutrition des plantes, au cours de leur culture. Cette assimilabilité peut être déterminée par les doubles décompositions, ou bien encore par la mise à nu de la potasse (ou plutôt de son carbonate) résultant de l'oxydation spontanée des principes humiques. Des phénomènes analogues peuvent se manifester ainsi, toujours dans des sens opposés, — c'est-à-dire tantôt augmenter la dose de la base soluble, tantôt accroître celle de la base rendue insoluble, — aux dépens de la chaux contenue dans le sol, à l'état de composés minéraux (carbonate, silicates, sulfate, phosphates, etc.), ou bien à l'état de combinaisons humiques.

Remarquons que, d'après les faits signalés dans le présent Mémoire, la potasse et la chaux ne peuvent guère être extraites directement de leur combinaison par les acides humiques, lorsqu'elles sont engagées au début dans des composés avec des acides forts, tels que les acides chlorhydrique ou sulfurique. Cependant il résulte de quelques-unes des réactions étudiées ici que ces déplacements peuvent être déterminés par réaction complexe, lorsque l'on fait intervenir le concours de l'ammoniaque; celle-ci éliminant les acides forts, en même temps qu'elle donne naissance à des composés humiques amidés, susceptibles de former des composés potassiques insolubles.

On conçoit également comment le carbonate de chaux, ainsi que les phosphates basiques de cette base, sont susceptibles de jouer un rôle analogue dans la décomposition des sels calcaires des acides forts au sein du sol et des végétaux.

Il serait facile de développer davantage ces déductions; mais les indications qui précèdent suffisent pour manifester d'une façon significative un ordre de réactions capables de faire passer tour à tour les alcalis à l'état insoluble et à l'état soluble, par l'intervention des composés humiques contenus dans le sol et de ceux qui résultent de l'altération spontanée des débris végétaux.

Je me propose de montrer prochainement comment des phénomènes analogues resultent de l'existence de combinaisons alcalines insolubles dans les plantes vivantes; et quel rôle elles jouent dans les tissus végétaux, aux diverses périodes de la végétation agricole.

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Soleil du* 30 *août* 1905 *observée à Paris.* Note de M. LŒWY.

Malgré l'état nuageux de l'atmosphère, l'éclipse partielle de Soleil du 30 août dernier a pu être observée dans de bonnes conditions à l'Observatoire de Paris. Deux minutes avant le commencement du phénomène, le Soleil s'est dégagé et il a été possible de déterminer l'instant du premier contact. Pendant toute la durée de l'éclipse, il y a eu des alternatives de beau temps et de ciel nuageux; à la fin, le ciel s'est découvert en très grande partie.

Les observateurs étaient :

M. Boquet, à la lunette de Cauche de $0^m,16$ d'ouverture, diaphragmée à $0^m,075$ (observation directe);

M. J. Mascart, à l'équatorial de la tour de l'Est, de $0^m,38$ d'ouverture, diaphragmé à $0^m,135$ (observation directe);

M. Lagarde, à l'équatorial de Gambey, de $0^m,10$ d'ouverture, non diaphragmé (observation par projection);

M. Boinot, à l'équatorial photographique, de $0^m,34$ d'ouverture;

M. Chatelu, à l'équatorial Ouest du jardin, de $0^m,24$ d'ouverture, diaphragmé à $0^m,05$ (observation directe);

M. Schaumasse, à l'équatorial de la tour de l'Ouest, de $0^m,31$ d'ouverture, diaphragmé à $0^m,085$ (observation directe);

M. Maneng, à l'équatorial de Dollond, de $0^m,10$ d'ouverture, diaphragmé à $0^m,037$ (observation directe).

Les résultats de l'observation des contacts sont indiqués ci-après en temps moyen de Paris :

Observateurs.	Premier contact.	Second contact.
	h m s	h m s
Boquet	0. 3.14	2.31.19
Mascart	0. 2.52	2.31.27
Lagarde	0. 2.54	2.31.25
Chatelu	0. 2.58	2.31.21
Schaumasse	0. 2.53	2.31.22
Maneng	0. 3.15	2.31.15

M. Boinot, à l'équatorial photographique du Jardin, a pu obtenir 54 photographies, se rapportant au premier contact, à la plus grande phase et au dernier contact.

M. Boquet fait remarquer qu'au moment de la plus grande phase le jour rappelle un très brillant clair de Lune sur un sol couvert de neige. Les bords du Soleil et de la Lune lui ont paru extrêmement nets pendant toute la durée du phénomène; les pointes du croissant solaire étaient très nettement marquées.

M. Boquet a observé les heures du contact du bord de la Lune avec une tache à double noyau :

	h m s		h m s
1er bord de la pénombre...	0.42.12	2e bord du second noyau...	0.43.16
1er » du premier noyau.	0.42.16	2e » de la pénombre....	0.43.29
1er » du second noyau..	0.42.46		

M. J. Mascart a observé, à $2^h 23^m 39^s$, l'occultation du second bord d'une tache très importante avec le bord lunaire avant le second contact. Il indique qu'au moment de la plus grande phase, avec un très fort grossissement, le bord de notre satellite paraissait parcouru par de faibles ondulations, la lumière était vacillante comme si une nappe d'eau coulait sur l'objectif : ces apparences ne subsistaient pas avec un grossissement moindre. Les ombres des objets terrestres présentaient une netteté exceptionnelle.

Les observations de M. Lagarde ont été faites sur une image obtenue par projection; le diamètre du Soleil était de $0^m,13$. Le premier contact a été noté dans de bonnes conditions, l'observation du second contact est moins sûre en raison de l'agitation de l'image.

M. Schaumasse a noté les instants de l'occultation de la tache à double noyau, il a trouvé pour le premier bord de la pénombre $0^h 42^m 10^s$ et pour le second bord $0^h 43^m 30^s$.

Au moment de la plus grande phase, la diminution de lumière a paru très sensible à tous les observateurs.

PHYSIQUE SOLAIRE. — *Mesures actinométriques effectuées pendant l'éclipse du* 30 *août* 1905. Note de M. **J. Violle.**

Les mesures actinométriques préparées en vue de l'éclipse du 30 août n'ont pas été favorisées par les circonstances atmosphériques.

M. Teisserenc de Bort avait bien voulu enlever, à Trappes, un de mes actinomètres sur un de ses ballons-sondes; mais une secousse violente au départ par vent de 7^m à la seconde a mis l'appareil hors de service.

De même, à Bordeaux, M. Esclangon, qui avait projeté de faire avec mon actinomètre absolu tout un ensemble de mesures à grande hauteur, a été gêné par un vent très fort et une averse violente, qui ont contrarié l'ascension et n'ont permis que des observations incomplètes (¹).

Au Pic du Midi, où M. Marchand se disposait à effectuer une série de mesures avec le soin que l'on sait et sur le modèle de la série remarquable qu'il avait relevée en 1900 (²), le temps a été déplorable : brouillard et neige toute la journée du 30 août. Heureusement, M. Marchand, qui avait prévu le fait, s'était organisé également pour opérer à Bagnères, où il a pu obtenir de bonnes observations : j'aurai l'honneur de les communiquer à l'Académie dès qu'elles me parviendront.

A Sfax, où M. Bigourdan a emporté un de mes actinomètres, on aura été à même, je l'espère, de relever une série complète d'observations.

Si notre programme n'a pas pu être complètement rempli, nous aurons donc cependant un nombre suffisant de ces mesures qui sont particulièrement propres à nous renseigner sur la valeur de l'absorption que l'atmosphère solaire fait subir à la radiation émanant de la photosphère.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'existence, dans certains Groseilliers, d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique*. Note de M. **L. Guignard**.

1. En signalant récemment, dans le Sureau noir (³), l'existence et la répartition d'un glucoside cyanhydrique, dont les produits volatils de dédoublement ont été ensuite identifiés avec ceux de l'amygdaline (⁴), j'ai montré que ce sont les feuilles de la plante qui renferment la plus forte proportion de ce composé; viennent ensuite les fruits encore verts en voie de développement et enfin l'écorce verte de la tige. Les organes normalement dépourvus de chlorophylle, tels que les racines et les fruits mûrs, ne fournissent pas d'acide cyanhydrique.

(¹) Je n'ai pas de nouvelles touchant l'ascension que devaient effectuer pendant l'éclipse MM. W. de Fonvielle et Paul Bordé et dans laquelle ils se proposaient de suivre la marche d'un actinomètre qu'ils m'avaient demandé à cet effet.

(²) Voir J. Violle, *Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1658.

(³) L. Guignard, *Sur l'existence, dans le Sureau noir, d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique* (*Comptes rendus*, 3 juillet 1905).

(⁴) L. Guignard et J. Houdas, *Sur la nature du glucoside cyanhydrique du Sureau noir* (*Comptes rendus*, 24 juillet 1905).

Le Groseillier rouge commun (*Ribes rubrum* L.), qui n'est pas encore connu comme plante à acide cyanhydrique, m'a donné des résultats analogues. On peut, en effet, obtenir de l'acide cyanhydrique avec les feuilles de cette plante pendant tout le cours de leur végétation. Mais la proportion de ce corps s'y montre toujours relativement faible et, au mois de juin, par exemple, elle ne représente guère que le quart au plus de celle que l'on obtient, à la même époque, avec les feuilles de Sureau noir; elle diminue ensuite à la maturité des fruits.

C'est ainsi que, vers le milieu de juin, le taux moyen d'acide cyanhydrique obtenu avec 100 parties de feuilles, cueillies sur des pieds portant des fruits encore verts, était de $0^g,0035$; quelques semaines après, les groseilles étant mûres, il descendait à $0^g,0026$; au commencement d'août, il tombait à $0^g,0015$. Les feuilles qui ont servi à ces dosages ([1]) provenaient de diverses localités des environs de Paris et, bien qu'elles n'aient pas été toutes récoltées successivement sur les mêmes pieds, les chiffres qui précèdent semblent néanmoins représenter très approximativement la diminution progressive de l'acide cyanhydrique à partir du moment où l'activité végétative était la plus grande.

Dans le Sureau noir, l'écorce verte des rameaux de l'année avait donné trois à quatre fois moins d'acide cyanhydrique que les feuilles ($0^g,003$ au lieu de $0^g,010$ pour 100). Il était à prévoir que, dans le Groseillier rouge, l'écorce des mêmes rameaux, qui présente une teinte grise et ne renferme que très peu de chlorophylle, serait également plus pauvre que les feuilles en principe cyanogénétique. Effectivement, 100^g de ces jeunes rameaux dont l'écorce, il est vrai, n'avait pas été séparée du bois, suffisaient à peine pour que l'on pût obtenir, avec les premières parties du liquide distillé, la réaction du bleu de Prusse, dont la couleur caractéristique n'apparaissait qu'après quelques heures.

Ajoutons, en outre, que le même poids de racine n'a pas fourni les moindres traces d'acide cyanhydrique.

Le parallélisme se continue-t-il entre le Groseillier et le Sureau pour les fruits mûrs qui, dans cette dernière plante, paraissent être dépourvus de principe cyanogénétique ([2])? Pour le savoir, on a opéré sur 300^g de graines

---

([1]) Le dosage de l'acide cyanhydrique a été fait, dans le cas actuel, comme pour le Sureau, avec une liqueur titrée d'azotate d'argent, suivant la méthode indiquée par M. Denigès pour le titrage de l'eau distillée de Laurier-cerise.

([2]) Dans ma Note du 3 juillet sur le Sureau, j'ai dit, en effet, que les fruits mûrs

de groseilles lavées et séchées (correspondant à plusieurs kilogrammes de fruits), puis réduites en poudre et traitées par l'eau pendant 24 heures : le liquide distillé ne contenait pas du tout d'acide cyanhydrique.

2. Il y avait lieu de rechercher si d'autres espèces de Groseilliers présentent les mêmes propriétés que le Groseillier rouge.

Dans un travail sur quelques plantes à acide cyanhydrique autres que des Rosacées, M. Jorissen ([1]) cite le *Ribes aureum* Pursh., avec cette courte mention : « Les jeunes pousses récoltées au printemps fournissaient une quantité d'acide assez faible. » Cette espèce, ou Groseillier à fleurs jaunes, est assez répandue dans les jardins d'agrément et présente, sous le climat parisien, une végétation ininterrompue durant la belle saison, ce qui peut tenir, en partie tout au moins, à ce qu'elle n'y fructifie pas.

J'ai constaté que les jeunes pousses du *R. aureum* ne sont pas les seuls organes permettant d'obtenir de l'acide cyanhydrique : les feuilles de n'importe quel âge en fournissent également pendant l'été, mais en proportion un peu moindre que celles du *R. rubrum*. Les rameaux de l'année, quoique plus verts que ceux du Groseillier rouge, n'en donnent pourtant, à poids égal, que des traces à peine sensibles. La racine n'en fournit pas et, par conséquent, ressemble, sous ce rapport, à celle du Groseillier rouge.

La recherche de l'acide cyanhydrique a été complètement négative avec les feuilles des espèces suivantes ([2]) : *R. nigrum* L. (Cassis), *R. Uva-crispa* D. C. (Groseillier épineux), *R. sanguineum* Pursh., *R. multiflorum* Kit., *R. subvestitum* Hook. et Arn., *R. prostratum* L'Hér., *R. Gordonianum* Lem. (*aureum sanguineum*) ([3]). Bien que cette recherche n'ait été faite que dans

---

récoltés l'an dernier n'avaient pas donné d'acide cyanhydrique et qu'il y avait lieu de penser que l'on n'en obtiendrait pas davantage avec les fruits mûrs frais.

([1]) *Bull. de l'Acad. roy. des Sciences de Belgique*, 3e série, t. VIII, p. 257.

([2]) A plus forte raison ne devait-on pas s'attendre à un autre résultat avec les graines, puisque celles du Groseillier rouge lui-même ne renferment pas trace de principe cyanhydrique. C'est, en effet, ce que l'on a constaté pour le Cassis, en opérant sur 500g de graines fraîches.

([3]) En admettant l'origine hybride de cette dernière plante, on remarquera qu'elle ne participe pas des propriétés de l'un de ses générateurs. Il en est de même pour une autre, que les horticulteurs considèrent comme l'hybride *R. nigrum* × *R. aureum*, et dont les baies sont jaunes au lieu d'être noires comme celles du Cassis. Les feuilles de cette plante, que je devais à l'obligeance de M. Jamin, de Bourg-la-Reine, présentaient les caractères morphologiques de celles du Cassis, dont elles avaient l'odeur caractéristique. Elles n'ont pas non plus fourni la moindre trace d'acide cyanhydrique.

le courant de juin et de juillet, il est à supposer que le résultat eût été le même si elle avait eu lieu au printemps, car, au mois de juin, les rameaux produisaient encore de jeunes feuilles.

3. Comme dans le Sureau, l'acide cyanhydrique n'existe pas à l'état libre dans le Groseillier rouge et le Groseillier à fleurs jaunes. On en a la preuve en appliquant aux feuilles la méthode de recherche indiquée dans mon travail sur le Sureau. L'acide cyanhydrique doit donc provenir du dédoublement d'un glucoside, ou d'un composé se comportant comme tel, sous l'influence d'une enzyme.

J'ai montré que, dans le Sureau noir, cette enzyme, analogue ou identique à l'émulsine, se rencontre non seulement dans les feuilles, qui contiennent la plus forte proportion de glucoside, ainsi que dans l'écorce verte de la tige, qui en renferme moins, mais encore dans la racine, dont on ne retire pourtant pas d'acide cyanhydrique. De plus, il a été établi qu'elle existe aussi chez des espèces voisines, excessivement pauvres en glucoside cyanhydrique, ou bien complètement dépourvues de ce principe dans certains de leurs organes.

Il en est de même chez les Groseilliers, où l'émulsine a été recherchée dans les feuilles, la tige, la racine et les fruits des *R. rubrum, R. aureum, R. nigrum* et *R. Uva-crispa*.

Sans entrer dans le détail des expériences relatives à ces divers organes, il suffira de dire qu'elles ont été faites, avec les feuilles sur 15^g, avec les tiges et les racines sur 30^g, avec les graines sur 50^g de substance. Chacune de ces parties, finement broyées, était mise dans de l'eau distillée saturée de thymol ou contenant 1 pour 100 de fluorure de sodium, puis additionnée d'amygdaline. On préparait en même temps deux sortes de flacons témoins : les uns, sans amygdaline, servaient de terme de comparaison dans le cas où les organes employés fournissaient par eux-mêmes de l'acide cyanhydrique; les autres étaient additionnés d'amygdaline, mais après ébullition des tissus dans l'eau, de façon à supprimer l'action de l'enzyme que ces tissus pouvaient renfermer. Dans les flacons de cette seconde série, l'amygdaline ne devait subir et, effectivement, n'a subi aucun dédoublement. Tous les flacons ayant été laissés pendant 24 heures à la température de 25°, la recherche ou même le dosage de l'acide cyanhydrique se faisait, dans chaque série d'expériences, sur la même quantité de liquide obtenu par la distillation du contenu des flacons.

Le dédoublement de l'amygdaline, dont on pouvait apprécier l'intensité d'après la quantité d'acide cyanhydrique formé, s'est produit, pour les quatre espèces indiquées, avec toutes les parties des plantes mises en expérience. Plus prononcé avec les feuilles du *R. rubrum* qu'avec celles du

R. aureum, il se montrait également très marqué avec celles du *R. nigrum* et du *R. Uva-crispa*, qui pourtant ne fournissent pas normalement d'acide cyanhydrique. La tige a donné des résultats analogues, et celle du *R. aureum* a même paru moins riche en ferment que les tiges des trois autres espèces. Il en a été de même pour la racine, de sorte que la proportion de ferment ne semble pas marcher de pair avec la présence ou l'absence du composé cyanhydrique dans les quatre espèces examinées. Quant à la graine, l'expérience n'a porté que sur celle du Groseillier rouge et celle du Cassis; dans les deux cas, l'existence de l'émulsine s'est manifestée avec une netteté parfaite. Il a semblé superflu de rechercher cette enzyme dans d'autres espèces que celles dont il vient d'être question.

En résumé, soit que l'on considère, chez les espèces de Groseilliers à acide cyanhydrique, la présence et la localisation du principe qui fournit cet acide dans les divers organes, soit que l'on étudie, dans ces mêmes espèces, comme dans celles qui ne donnent pas d'acide cyanhydrique, la répartition de l'émulsine, on constate entre ces plantes et les Sureaux la plus grande analogie.

M. **Mascart** informe l'Académie que, suivant la proposition faite par M. Rotch il y a 4 ans, une croisière a été organisée cette année par les soins de MM. Rotch et Teisserenc de Bort pour étudier sur l'Atlantique le régime des alizés à diverses hauteurs. Les observateurs, MM. Clayton et Maurice, écrivent : « ... L'expédition, qui a poussé ses investigations jusque dans la région des calmes équatoriaux, a fait usage de cerfs-volants américains et de ballons de papier, suivant la méthode employée à Trappes.

» Le dépouillement des observations n'est pas encore terminé, mais les ballons ont retrouvé le contre-alizé dans différentes régions.

» Ces résultats diffèrent notablement de ceux qui ont été obtenus l'an dernier dans la croisière de la *Princesse-Alice* et des conclusions données par M. Hergesell dans sa Note à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 331), sur les alizés.

» Nous enverrons prochainement des diagrammes de la trajectoire des ballons déterminés par triangulation qui permettent de reconnaître la succession et la vitesse des différents vents dans la hauteur, à Madère, Ténériffe, aux îles du cap Vert et aux Açores, ainsi que les observations des cerfs-volants. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'acide glycuronique du sang*. Note de MM. R. **Lépine** et **Boulud**.

Nous avons insisté dans plusieurs Notes antérieures [1] sur le fait qu'une très notable partie de l'acide glycuronique du sang ne réduit les sels de cuivre qu'après avoir été libérée de sa conjugaison par le chauffage au-dessus de 100°, en présence d'un acide. Dans cette Note il ne sera question que de cet acide, à l'exclusion de celui qui se trouve dans les conjugaisons réductrices sans chauffage préalable.

Sang artériel. — Dans le sang artériel d'un chien sain et neuf, il existe en proportion assez forte, par rapport à la totalité des matières sucrées, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

Pour 1000g *de sang artériel.*

Numéros des chiens.	Pouvoir réducteur exprimé en glucose (a).	après chauffage. (b).	Acide glycuronique absolu. (c).	pour 100. (d).
2471 *bis*	0,60	1,14	0,54	47
2421	0,50	0,72	0,22	30
2420	0,46	0,66	0,20	30
2491	0,62	0,74	0,12	16
2431	0,66	0,76	0,10	14

Les chiffres de la colonne (*c*) sont obtenus en soustrayant ceux de la colonne (*a*) de ceux de la colonne (*b*); ceux de la colonne (*d*), en divisant les chiffres de la colonne (*c*) par ceux de la colonne (*b*).

La proportion de l'acide glycuronique s'abaisse chez les chiens mal portants, ou ayant subi une opération antérieure.

Un sang aseptiquement défibriné, laissé 1 heure à 39°, perd une certaine quantité d'acide glycuronique; mais, en général, la proportion centésimale de ce dernier, par

---

(1) Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, 1902, 17 février et 21 juillet; — 1903, 12 janvier, 4 mai, 2 novembre; — 1904, 7 mars et 24 octobre; — 1905, 17 juillet.

rapport à la totalité des matières sucrées, est plutôt augmentée. C'est ce que montrent les chiffres suivants se rapportant aux deux premiers chiens du précédent Tableau :

Sang laissé 1 heure à 39°.

2471 *bis*	0,40	0,88	0,48	54
2421...	0,30	0,44	0,14	31

On voit que 0,48 et 0,14 sont respectivement inférieurs à 0,54 et à 0,22. Mais 54 et 31 sont respectivement supérieurs à 47 et à 30.

Sang veineux. — On sait depuis les travaux de Chauveau que le sang veineux renferme, presque toujours, moins de matières sucrées que le sang artériel.

Parmi les nombreux cas où nous avons, au moyen de deux prises parfaitement synchrones, pu comparer rigoureusement le sang artériel et celui de la jugulaire, nous citerons comme exemples les suivants :

		(*a*).	(*b*).	(*c*).	(*d*).
2423	Artère	0,64	0,94	0,30	31
	Jugulaire.....	0,72	0,84	0,12	14
2432	Artère	0,50	0,66	0,16	24
	Jugulaire.....	0,42	0,52	0,10	20

Ainsi, l'acide glycuronique est en moindre proportion dans le sang de la jugulaire que dans le sang artériel. Si on laisse 1 heure à 39° le sang veineux défibriné, sa proportion centésimale augmente d'une manière beaucoup plus sensible. Ainsi, chez le premier des deux chiens le sang veineux, après 1 heure à 39°, donnait les valeurs suivantes :

	(*a*).	(*b*).	(*c*).	(*d*).
2423	0,46	0,68	0,22	23

On a vu plus haut qu'au sortir de la veine on avait 14 (au lieu de 23).

Nous avons dit (*Comptes rendus*, 4 mai 1903 et 17 juillet 1905) que l'acide glycuronique est localisé dans les globules, plutôt que dans le plasma. Des expériences nombreuses nous ont démontré que les globules sont nécessaires à sa formation. Il ne s'en fait pas dans le sérum *in vitro* et il ne s'en fait pas non plus dans le sérum mélangé d'eau glucosée :

Nous prenons 90^{cm^3} d'eau stérilisée tenant en dissolution 1 à 2 pour 1000 de glucose pur et nous y ajoutons 10^{cm^3} de sérum très frais recueilli aseptiquement. Au bout d'un quart d'heure, d'une demi-heure ou de 1 heure, le mélange ne renferme pas d'acide glycuronique; car les chiffres exprimant

son pouvoir réducteur après le chauffage sont identiques à ceux qui avaient été obtenus avant cette opération.

Si au contraire, au lieu de sérum, nous employons du sang, nous trouvons en général, au bout de quelques minutes, un très fort pourcentage d'acide glycuronique. Dans quelques cas nous l'avons vu s'élever à 20 pour 100; et dans un cas, à un chiffre plus fort. En tous cas il diminue *toujours* après 1 heure, ce qui prouve que la glycolyse s'exerce de préférence sur l'acide glycuronique. Nous insisterons ultérieurement sur ce fait qui nous paraît important et que nous avons déjà signalé (*Comptes rendus*, 4 mai 1903).

On pourrait croire que l'acide glycuronique contenu dans le mélange a été produit aux dépens du glucose du commerce que l'on a fait dissoudre dans l'eau stérilisée. Mais l'expérience suivante montre que, si cette production a lieu, elle est négligeable : car l'acide glycuronique est produit en proportion tout aussi considérable si l'on mélange les 10^{cm^3} de sang à 90^{cm^3} d'eau *lévulosée*.

Cette expérience a été faite avec un sang artériel doué d'un pouvoir glycolytique énergique (le chien qui l'avait fourni avait eu le canal de Wirsung lié). On a ajouté 10^{cm^3} de ce sang à deux ballons renfermant : l'un, de l'eau glucosée; l'autre, de l'eau lévulosée.

1° *Eau glucosée* : 1,84 pour 1000.

	(*a*).	(*b*).	(*c*).	(*d*).
Presque immédiatement.......	1,60	1,76	0,16	9
Après 15 minutes............	1,60	1,68	0,08	4
Après 30 minutes............	1,68	perte		

2° *Eau lévulosée* : 2 pour 1000.

	(*a*).	(*b*).	(*c*).	(*d*).
Presque immédiatement.......	1,60	2,00	0,40	20
Après 15 minutes............	1,64	1,80	0,16	9
Après 30 minutes............	1,44	1,48	0,04	3

Comme il ne semble pas admissible que de l'acide glycuronique se forme aux dépens du lévulose, il faut supposer qu'il s'est fait aux dépens du glucose du sang; et comme la faible proportion du glucose existant normalement dans 10^{cm^3} de sang n'est pas suffisante pour expliquer la forte proportion d'acide glycuronique pour 1000, on est conduit à penser que cet acide s'est produit aux dépens du glucose formé *in vitro* par le sucre *virtuel*,

glucoside existant presque toujours en forte proportion dans le sang [1]. En effet, dans la *plupart* des expériences où nous avons mélangé 10^{cm^3} de sang à 90^{cm^3} d'eau glucosée, nous avons constaté la *production* d'une forte proportion de sucre [2]. Voici une de ces expériences :

Eau glucosée : 1,36 pour 1000.

	(*a*).	(*b*).	(*c*).	(*d*).
Immédiatement après le mélange.......	1,48	1,60	0,12	7
15 minutes après.....................	1,52	1,72	0,20	11
30 minutes après.....................	1,40	1,60	0,20	12

On remarquera que la quantité *maxima* de sucre a été trouvée 15 minutes après que le mélange a été effectué. Dans les 15 minutes suivantes, la glycolyse l'emporte.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

The Amana meteorites of february 12, 1875, par G.-D. Hinrichs.

M. le **Secrétaire perpétuel** donne lecture de dépêches relatives à l'éclipse du Soleil du 30 août 1905 :

Alcosebre, 30 août, $1^h 35^m$ soir.

Éclipse observée à Alcosebre avec plein succès.

Janssen.

Sfax, 30 août, $2^h 20^m$ soir.

Observé éclipse dans conditions assez satisfaisantes.

Bigourdan.

---

(1) Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, 21 septembre et 2 novembre 1903; 24 octobre 1904.

(2) Dans de nombreuses expériences antérieures, l'un de nous avait constaté cette production dans un mélange de sang et d'eau pure.

Guelma, 30 août, $3^h 47^m$ soir.

Éclipse observée Guelma par temps superbe, excellentes observations.

STEPHAN, TRÉPIED.

Cistierna, 31 août, $5^h 30^m$ soir.

Observations entravées par nuages pendant la totalité.

PUISEUX, HAMY et LEBEUF.

Guelma, 30 août, $3^h 54^m$ soir.

Éclipse observée dans excellentes conditions atmosphériques. Montangerand fait plaques pour déterminations photographiques et des contacts. Bourget fait 14 plaques avec écrans colorés sur couronne.

BOURGET.

Burgos, 30 août, 7^h soir.

Ciel presque couvert.

MISSION OBSERVATOIRE DE BORDEAUX.

Tortosa (Ebre), 30 août, 5^h soir.

Observation directe des deux contacts extrêmes, nombreuses mesures micrométriques, mais Soleil caché par nuages pendant toute la totalité. Les mesures d'ionisation et de champ électrique ont pu être poursuivies pendant toute la durée de l'éclipse.

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE LYON.

Alcalá de Chisbert, 30 août.

Observé éclipse à travers légers nuages. Javelle, 6 clichés Zeiss 6^m; Colomas, 15 clichés prisme objectif; Simonin, 4 clichés spectroscope, 4 clichés lunette Cook.

SIMONIN.

Philippeville, 31 août, $5^h 2^m$ soir.

Premier examen des courbes enregistrées photographiquement pendant éclipse des trois éléments magnétiques, de l'ionisation atmosphérique et du champ électrique terrestre semble par comparaison avec courbes précédentes de nature à amener diverses conclusions intéressantes. Beau temps. Les appareils fonctionnent régulièrement, notamment l'ionographe.

NORDMANN.

Philippeville, 30 août, $6^h 45^m$ soir.

Beau temps. Polarisation, couronne bien visible. Déviation du plan de polarisation faible, 3 degrés.

SALET.

Philippeville, 31 août, $11^h 44^m$ matin.

Nombreuses bandes polarisation photographiées sur la couronne. Dix raies coronales photographiées, avec nicol devant fente. Spectroscope 15 raies coronales ultraviolettes photographiées.

SALET.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'éclipse du 30 août à Alcalá de Chisbert (Espagne).* Extrait d'une lettre de M. **Marcel Moye**.

L'éclipse a été observée par un ciel pur, sauf quelques vapeurs transparentes passant sur le Soleil vers la fin de la totalité. Sa couronne était très brillante, bien visible même à travers un verre noir épais et d'un blanc argenté intense. La forme en était celle d'une étoile irrégulière à panaches rayonnant dans diverses directions; les plus longs panaches (un et demi à deux diamètres lunaires) se trouvant au Sud et au Nord-Est.

La raie verte était très apparente. Plusieurs protubérances étaient visibles, évidentes même à l'œil nu, quelques-unes appartenant au type des protubérances blanches.

L'obscurité et la baisse thermométrique ont été relativement peu marquées. Les franges d'ombres ont été bien observées avant et après la totalité, mais invisibles pendant celle-ci. En résumé, la couronne a offert, d'une manière parfaite, l'éclat et le type correspondant à une période de forte activité solaire.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse de Soleil du 30 août 1905.* Note de M. **R. Mailhat**, présentée par M. Mascart.

L'éclipse partielle de Soleil, que j'ai observée et photographiée à Paris le 30 août dernier dans des conditions satisfaisantes, a été néanmoins contrariée par la double couche de nuages encombrant l'atmosphère; ce n'est donc que par intermittences irrégulières que ces clichés ont été pris. Je m'étais proposé de faire 12 vues à intervalles réguliers et, vu les causes ci-dessus, je n'ai pu les réaliser qu'à $12^h 5^m$, $12^h 15^m$, $12^h 30^m$, $12^h 45^m$, $13^h 10^m$, $13^h 15^m$, $13^h 30^m$, $13^h 45^m$, 14^h, $14^h 15^m$, $14^h 25^m$, $14^h 29$.

Ces photographies ont été réalisées avec un objectif de 162^{mm} de diamètre et $2^m,10$ de distance focale achromatisé pour les rayons chimiques. L'obturateur, à fente variable, permettait de réaliser la vitesse et la pose convenables.

Ces clichés, un peu poussés pour obtenir fines les pointes du croissant, n'en indiquent pas moins les deux taches, les nuages et la forme sphérique du disque solaire.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les enveloppes de sphères dont les deux nappes se correspondent avec conservation des angles.* Note de M. A. **Demoulin**.

Les formules (A) par lesquelles se termine notre Note du 31 juillet dernier sont fondamentales dans la théorie des enveloppes de sphères dont les deux nappes se correspondent avec conservation des lignes de courbure. Nous nous proposons de les appliquer à l'étude du problème suivant dont M. Darboux a déjà fait connaître une très élégante solution, en 1899, dans les *Comptes rendus : Déterminer de la manière la plus générale une enveloppe de sphères dont les deux nappes se correspondent avec conservation des angles.*

Au début de sa solution, M. Darboux a établi une propriété essentielle des enveloppes considérées : leurs deux nappes se correspondent avec conservation des lignes de courbure. Nous la prendrons comme point de départ; l'emploi des formules (A) sera dès lors tout indiqué.

En exprimant que le rapport des ds^2 des deux nappes Σ et Σ_1 de l'enveloppe est indépendant de du et de dv, on trouve que l'on doit avoir soit $\xi\mu_1 = \lambda\eta_1$, soit $\xi\eta_1 + \lambda\mu_1 = 0$. La première hypothèse fournit la première solution de M. Darboux, celle où les deux nappes Σ et Σ_1 sont inverses l'une de l'autre. La deuxième hypothèse permet de simplifier la dernière des relations (A) et l'on a, dans ce cas,

$$(1) \qquad \frac{\partial\xi}{\partial v} = -r\eta_1, \qquad \frac{\partial\eta_1}{\partial u} = r_1\xi;$$

$$(2) \qquad \frac{\partial\lambda}{\partial v} = -r\mu_1, \qquad \frac{\partial\mu_1}{\partial u} = r_1\lambda;$$

$$(3) \qquad \frac{\partial p_1}{\partial u} = -qr_1, \qquad \frac{\partial q}{\partial v} = rp_1, \qquad \frac{\partial r}{\partial v} - \frac{\partial r_1}{\partial u} = -qp_1.$$

Les formules (1) et (3), d'une part, (2) et (3), d'autre part, sont les formules de Codazzi relatives à deux surfaces A et A_1 rapportées à leurs lignes de courbure et dont les ds^2 sont respectivement :

$$\xi^2\,du^2 + \eta_1^2\,dv^2, \qquad \lambda^2\,du^2 + \mu_1^2\,dv^2.$$

Les deux surfaces peuvent être placées de manière que les plans tangents en deux points correspondants soient parallèles et la relation

$$\xi\eta_1 + \lambda\mu_1 = 0$$

exprime que la correspondance a lieu avec conservation des aires. D'une manière plus précise, les courbures totales en deux points correspondants sont égales et de signes contraires. La réciproque est évidente : A tout couple de surfaces se correspondant par parallélisme des plans tangents, de manière que les lignes de courbure se correspondent et que les courbures totales en deux points correspondants soient égales et de signes contraires, on pourra faire correspondre une des enveloppes cherchées. Ainsi se trouve établie l'équivalence de deux problèmes en apparence très différents; mais pour parvenir le plus rapidement possible au résultat que nous avons en vue, nous remplacerons les systèmes (1) et (2) par les suivants :

$$(4) \qquad \frac{\partial(\xi + i\lambda)}{\partial v} = -r(\eta_1 + i\mu_1), \qquad \frac{\partial(\eta_1 + i\mu_1)}{\partial u} = r_1(\xi + i\lambda);$$

$$(5) \qquad \frac{\partial(\xi - i\lambda)}{\partial v} = -r(\eta_1 - i\mu_1), \qquad \frac{\partial(\eta_1 - i\mu_1)}{\partial u} = r_1(\xi - i\lambda).$$

Les systèmes (4) et (3), d'une part, (5) et (3), d'autre part, mettent en évidence deux surfaces B et B_1 rapportées à leurs lignes de courbure et dont les ds^2 sont respectivement :

$$(\xi + i\lambda)^2 du^2 + (\eta_1 + i\mu_1)^2 dv^2, \qquad (\xi - i\lambda)^2 du^2 + (\eta_1 - i\mu_1)^2 dv^2.$$

Ces surfaces peuvent être placées de manière que les plans tangents en deux points correspondants soient parallèles et la relation $\xi\eta_1 + \lambda\mu_1 = 0$ exprime qu'elles se correspondent avec conservation des angles. Il suit de là que les surfaces B et B_1 sont deux surfaces isothermiques associées dans le problème de Christoffel [1] et l'on peut énoncer le théorème suivant :

---

[1] On sait que, lorsque deux surfaces se correspondent avec parallélisme des plans tangents et conservation des angles, ce sont ou bien deux surfaces isothermiques, ou bien deux surfaces homothétiques quelconques, ou bien deux surfaces minima quelconques. On reconnaît aisément que, dans le cas actuel, les deux dernières hypothèses sont à rejeter. Au reste, on peut pousser assez loin l'intégration des équations du problème pour établir directement le résultat indiqué dans le texte.

D'un couple B, B_1 on peut déduire un couple A, A_1 par la construction suivante : Soient A, A_1, B, B_1 quatre points correspondants appartenant aux surfaces désignées par les mêmes lettres. Le point A est le milieu du segment BB_1 et le point A_1 est l'extrémité d'un segment égal à $i\frac{BB_1}{2}$ mené par un point fixe parallèlement à la droite BB_1. Une relation analogue entre deux couples de surfaces a été indiquée par M. Guichard, en 1903, dans les *Comptes rendus*.

A tout couple de surfaces isothermiques B, B_1 *se correspondant dans le problème de Christoffel, l'intégration d'un système de cinq équations linéaires aux différentielles totales permettra de faire correspondre une enveloppe de sphères dont les deux nappes* Σ, Σ_1 *se correspondront, elles aussi, avec conservation des angles.*

Ainsi que l'a établi M. Darboux, les surfaces Σ et Σ_1 sont isothermiques. On le reconnaît immédiatement ici en observant que leurs ds^2 sont égaux aux ds^2 des surfaces B et B_1 multipliés respectivement par les facteurs M et M_1. (Voir notre Note du 31 juillet.)

Les surfaces B et B_1 ont avec les surfaces Σ et Σ_1 des relations géométriques remarquables. Soient, au point (u, v) de la surface B, R', R'' les rayons de courbure principaux et G', G'' les rayons de courbure géodésique des lignes de courbure. Désignons par les mêmes lettres affectées de l'indice 1 les éléments de même définition relatifs au point correspondant de la surface B_1, et conservons pour les surfaces Σ et Σ_1 les notations de notre Note du 31 juillet. Cela posé, on a

$$\frac{\mathcal{R}'}{R'} = \frac{\mathcal{R}''}{R''} = \frac{\mathcal{G}'}{G'} = \frac{\mathcal{G}''}{G''} = \frac{\mathcal{R}'_1}{R'_1} = \frac{\mathcal{R}''_1}{R''_1} = \frac{\mathcal{G}'_1}{G'_1} = \frac{\mathcal{G}''_1}{G''_1} = 1.$$

Si, au lieu de choisir la sphère S_1 comme il a été dit dans la Note citée, on lui laisse toute sa généralité, les huit rapports ci-dessus ne cessent pas d'être égaux, mais leur valeur commune n'est plus égale à l'unité.

Les rayons de courbure principaux et les rayons de courbure géodésique des lignes de courbure des surfaces B et B_1 sont liés par les relations suivantes dont la seconde ne nous paraît pas avoir été remarquée :

$$\frac{R'}{R''} + \frac{R'_1}{R''_1} = 0, \qquad \frac{G'}{G''} + \frac{G'_1}{G''_1} = 0.$$

On déduit de là deux relations entre les sphères principales et les sphères géodésiques des surfaces Σ et Σ_1 :

$$\frac{\mathcal{R}'}{\mathcal{R}''} + \frac{\mathcal{R}'_1}{\mathcal{R}''_1} = 0, \qquad \frac{\mathcal{G}'}{\mathcal{G}''} + \frac{\mathcal{G}'_1}{\mathcal{G}''_1} = 0.$$

Les relations précédentes entre les surfaces B, B_1 et Σ, Σ_1 conduisent naturellement aux surfaces isothermiques de M. Thybaut. Prenons pour B et B_1 une sphère et une surface minima, alors la surface Σ sera une sphère et l'on aura, pour la surface Σ_1, $\mathcal{R}'_1 + \mathcal{R}''_1 = \sigma$. Or, si l'on désigne par $\mathcal{R}_0$ le $\mathcal{R}$ de la sphère harmonique en un point d'une surface dont les $\mathcal{R}$ des

sphères principales sont $\mathcal{R}'$ et $\mathcal{R}''$, on a

$$\frac{2}{\mathcal{R}_0} = \frac{1}{\mathcal{R}'} + \frac{1}{\mathcal{R}''}.$$

Dès lors, pour la surface Σ_1, le $\mathcal{R}$ de la sphère harmonique est infini; autrement dit, cette sphère coïncide avec la sphère S_3. La surface B_1 est donc telle que sa sphère harmonique est constamment tangente à une sphère fixe : c'est une surface de M. Thybaut.

PHOTOGRAPHIE. — *De l'importance du rôle de l'irradiation en spectrophotographie.* Note de M. ADRIEN GUÉBHARD.

Le problème élémentaire de la photographie spectrale consiste à prendre l'image de raies claires sur fond sombre, ou *vice versa*. Or, s'il a été nettement établi par les calculs et expériences de M. Gouy, et confirmé par ceux de MM. H. Poincaré, E. Carvallo, etc., que la raie spectrale, simple maximum brusque d'une fonction continue, ne saurait être, en aucun cas, une ligne géométrique, mais s'estompe toujours d'un dégradé, croissant avec son intensité; si la théorie des aberrations de diffraction, posée par Schwerd, complétée par M. Ch. André et vérifiée par M. A. Angot, prouve que, même une ligne géométrique lumineuse, ne peut être, dioptriquement, rendue rigoureusement comme telle, mais se rattache forcément au fond par un flou continu; il ne semble pas qu'il ait été jamais tenu compte, daus l'emploi de la photographie comme enregistrement, de cette portion de l'*irradiation* propre à la surface sensible, qui, nettement aperçue, mais méconnue dans sa cause, par lord Lindsay, physiquement définie par sir William Abney comme complément nécessaire de celle qui donne les auréolements dits de *halo*, mais reconnue aussi comme échappant à la fois aux vérifications expérimentales et aux corrections techniques usuelles, a été montrée par nous-même (1) comme pouvant prendre, aussi bien théoriquement que pratiquement, une importance tout à fait imprévue.

Or toutes ces circonstances doivent concourir également à « limiter l'image de l'objet », suivant une heureuse expression de M. A. Angot (2)

(1) AD. GUÉBHARD, *Sur l'irradiation tangentielle* (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1346).

(2) A. ANGOT, *Étude photographique du passage de Vénus sur le Soleil* (*Rec. de Mém., rapp. et docum.*, t. II, 2e partie : *Rapport de la Mission de Nouméa*, p. 104),

« par une série de *courbes de niveau lumineuses* et à lui donner une dimension apparente dépendant uniquement de celle de ces courbes de niveau à laquelle s'arrête le procédé d'observation », c'est-à-dire, en photographie, à la dernière teinte rendue perceptible par l'intensité relative du développement et de la pose; en sorte qu'une coupe menée à travers l'image de tout point lumineux donne, par les intensités de noircissement, l'allure même de la fonction photographique, à partir de la valeur principale d'illumination jusqu'à zéro. Et comme il est connu (¹) que cette fonction, dans les limites de la pratique courante, montre, à partir de zéro, au moins un maximum et un minimum ultérieur, il en résulte que l'image photographique de toute raie claire sur fond sombre doit forcément, au fur et à mesure qu'augmente l'éclat de la source : 1° s'élargir d'un double dégradé; 2° dès qu'elle a passé le maximum, se doubler de deux raies noires de plus en plus étalées au fur et à mesure qu'elle devient plus claire; 3° quand elle a dépassé le minimum, reparaître en gris, toute fine entre deux raies blanches, suivies de bandes noires intenses et largement étendues au dehors.

C'est ce que l'on vérifie très facilement en exposant pendant une journée une feuille de papier au gélatinobromure extrasensible (telle que le *négatif G. S.*) fortement appliquée (²) contre l'étroite fente formée par les deux bords rapprochés d'une feuille d'étain de $0^{mm},04$, enveloppant presque totalement la glace du châssis-presse, munie d'une cache graduée à échelons translucides de papier blanc. Si, laissant libre une autre partie de cette cache, on lui superpose des fils plats métalliques de diverses largeurs, on peut suivre la marche corrélative des transformations de l'image d'une raie noire sur fonds de diverses intensités (³) depuis le simple *silhouettage noir* de l'image négative jusqu'à l'*inversion* franche, qui donne le maximum de netteté, et le *silhouettage blanc,* qui ne se distingue de celui de la raie claire que par l'absence d'élargissement.

Ainsi, même en dehors de toute complication de *halo,* et indépendamment des raisons d'aberration vibratoire ou optique, qui ne font jamais

---

(¹) AD. GUÉBHARD, *Sur la fonction photographique* (*Journ. de Phys.,* 4ᵉ série, t. V, 1905, p. 334-348).

(²) Pour éviter les *infiltrations* lumineuses, d'ailleurs faciles à distinguer des *irradiations.*

(³) Une intéressante expérience de transformations pseudo-spectrales consiste à photographier par fractions horizontales une cache à gradins verticaux occupant le carreau d'une chambre noire, et limitée, du côté à jour, pour imiter la chute du violet, par un écran blanc non au point.

défaut en spectroscopie, on voit, par le seul fait de l'irradiation cuticulaire, l'image directe d'une ligne blanche présenter toutes les variations d'aspect qui, observées au spectroscope, ont donné lieu aux hypothèses et discussions les plus variées, sans que personne ne paraisse s'être avisé encore d'en chercher la cause ailleurs que dans la constitution de la source. Or une rapide revision de toutes les planches publiées de spectres extraordinaires, notamment dans l'*Astrophysical Journal, Philosophical Magazine, Kayser's Handbuch der Spectroscopie,* etc., nous ont amené à cette conviction qu'il n'est pas une de toutes les particularités figurées (¹) qui ne puisse s'expliquer par la seule circonstance qu'on trouve commune à toutes les expériences : l'accroissement d'éclat de la source et l'irradiation photographique consécutive. S'il est constant qu'une seule et même raie peut, sans autre changement que d'éclat, fournir photographiquement tous les aspects divers qui, sous les noms de raies d'émission ou d'absorption, bandes ou cannelures, doublets ou triplets, etc., tendent à être pris pour caractéristiques d'états physiques spéciaux, il semble qu'il y aura tout intérêt pour les spectroscopistes, avant de rechercher des hypothèses lointaines, à commencer par des expériences de critère *à blanc,* infiniment plus simples que celles qu'instaurèrent, à propos de la *goutte noire* de certains passages d'astres, les astronomes (²), qui, cependant, ne se méfiaient encore que des deux seules irradiations, optique èt physiologique, infinitésimales toutes deux par rapport à celle dont il est presque d'actualité de signaler itérativement le pire danger.

CHIMIE MINÉRALE. — *Constitution des alliages cuivre-aluminium.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

La constitution des alliages de cuivre et d'aluminium a déjà donné lieu à des travaux importants. Nous avons été conduits, au moment de notre

(¹) Même celle des élargissements *dissymétriques,* qu'expliquent très naturellement les superpositions et répulsions d'irradiations voisines, notées dès mes premières recherches.

(²) C. Wolf et C. André, *Recherches sur les apparences singulières qui ont souvent accompagné l'observation des contacts de Mercure et de Vénus avec le bord du Soleil* (*Mémoires de l'Académie des Sciences,* t. XLI, 1869). — Ch. André, *Origine du ligament noir dans les passages de Vénus et de Mercure, et moyen de l'éviter* (*Rec. Mém. Pass. Vénus,* t. II, 2ᵉ Partie, p. 67).

étude sur la trempe des alliages cuivre-étain, à reprendre complètement l'étude des alliages cuivre-aluminium. La courbe de fusibilité de ces alliages a déjà été définie par M. H. Le Chatelier.

Nos résultats concordent bien avec ceux de ce savant. Toutefois les alliages renfermant entre 0 et 8 pour 100 de cuivre fondent sensiblement tous à la même température aux environs de 1035°. Nous avons cherché à déterminer la courbe du solidus, au moyen de courbe de refroidissement et de la micrographie. Les résultats obtenus manquent de précision. Toutefois la courbe doit avoir sensiblement la forme que nous donnons. Les alliages suivants se solidifient en même temps dans leur masse : 1° dans le voisinage immédiat de 66 pour 100 d'aluminium; 2° dans le voisinage de 46 à 48 pour 100; 3° dans le voisinage de 30 pour 100; 4° dans le voisinage de 11 à 12 pour 100. Enfin les alliages renfermant de 0 à 8 pour 100 d'aluminium ne paraissent avoir qu'un seul point de solidification.

Points de transformation. — M. Breuil a présenté, il y a quelques mois, à la Section française de l'Association internationale des méthodes d'essais, puis à l'Institut, une Note à laquelle nous avons répondu (1). Dans cette Note M. Breuil signale qu'un alliage dont il ne donne pas la constitution, mais qui est principalement formé de cuivre et d'aluminium, fond entre 1010° et 1030° et présente un point singulier entre 670° et 730°. En étudiant les alliages cuivre-aluminium au moyen du galvanomètre double de M. Le Chatelier (méthode de M. Salladin) nous sommes arrivés aux résultats suivants :

Les alliages contenant de 0 à 8 pour 100 d'aluminium ou plus de 25 pour 100 de ce métal ne présentent qu'un point de transformation. Les alliages qui contiennent entre 8 et 15 pour 100 d'aluminium présentent au moins un point de transformation.

La transformation à l'échauffement paraît se faire en plusieurs stades, quel que soit le nombre de chauffages. La transformation au refroidissement est plus nette. Le premier point de transformation est aux environs de 490° et s'abaisse lorsque la teneur en aluminium augmente jusqu'aux environs de 390°. Le second point, qui est beaucoup moins net, est constant aux environs de 150°.

Étude micrographique. — L'étude micrographique des alliages cuivre-aluminium a déjà été faite par M. Le Chatelier qui a pu établir l'existence de quatre combinaisons : Al^2Cu, de grands cristallites jaunes qui ont été pris pour Cu^3Al et deux autres combinaisons intermédiaires dont les formules ont pu être établies. Nous rappellerons que nous avons pu isoler par voie chimique les composés correspondant aux formules Al^2Cu, AlCu et Cu^3Al. Nous avons repris l'étude micrographique de ces alliages et nous avons pu établir ainsi l'existence de cinq constituants que nous désignerons par les lettres : α, β, γ, δ, ε, η et H.

Constituant α. — Le constituant α est une solution cuivre-aluminium renfermant

(1) Séance de janvier de l'Association des méthodes d'essais.

de 0 à 8 pour 100 d'aluminium; l'attaque au perchlorure de fer ou au chlorure de cuivre ammoniacal fait apparaître de grands polyèdres.

Constituant β. — Quand la teneur en aluminium dépasse 8 pour 100 on voit apparaître des masses colorées en noir, dans l'attaque au perchlorure de cuivre: c'est le constituant β; ce constituant augmente quand l'aluminium croît; il est entouré d'une masse jaune qui n'est autre que le constituant α. Le constituant β correspond au maximum de la courbe de fusibilité : c'est ou la combinaison Cu^3Al, ou une solution solide.

Constituant γ. — Ce constituant n'existe jamais dans les alliages refroidis lentement; il est caractéristique de tous les alliages renfermant entre 8,6 et 11,8 pour 100 d'aluminium qui ont été refroidis brusquement à une température supérieure à leur point de transformation.

Constituant δ. — Quand la teneur en aluminium varie de 11,8 à 15,5, la microstructure montre le constituant β englobé dans une nouvelle solution solide, que nous désignerons par la lettre δ. Lorsque la teneur en aluminium dépasse 15,5 pour 100, on se trouve en présence de produits homogènes formés de cette solution δ et dans lesquels on ne peut faire apparaître que des polyèdres ou des plans de clivage plus ou moins accentués; il en est ainsi jusqu'à 30 pour 100 d'aluminium.

Constituant ε. — Lorsque la teneur en aluminium dépasse 30 pour 100, on se trouve en présence d'alliages qui, attaqués par la potasse, laissent voir de grands cristallites aux bords arrondis, le fond devenant noir; ces cristallites diminuent au fur et à mesure que la teneur en aluminium augmente, ils disparaissent pour une teneur en aluminium de 46 pour 100; entre 44 et 46 pour 100 d'aluminium on est en présence d'une nouvelle solution solide, d'une composition très voisine de Al^2Cu.

Constituant η. — Quand la teneur en aluminium atteint 47 pour 100 on voit des cristaux très nets de Al^2Cu, définis par M. Le Chatelier. Ces cristaux sont entourés d'un eutectique; ils diminuent tandis que ce dernier augmente, quand la teneur en aluminium croît.

A 66 pour 100 l'eutectique occupe toute la masse.

Constituant H. — Pour une teneur en aluminium supérieure à 66 pour 100, on retrouve toujours le même eutectique, mais le constituant qu'entoure cet eutectique est autre; nous l'appellerons H; il s'attaque plus rapidement que η par la potasse et les acides; ce ne peut être que de l'aluminium ou une solution aluminium-cuivre à très basse teneur en cuivre.

En résumé, l'étude des alliages cuivre-aluminium nous a conduits à définir sept constituants, à savoir :

1° α, solution renfermant de 0 à 8 pour 100 Al; ce constituant a été confondu jusqu'ici avec le constituant Cu^3Al;

2° β, qui serait ou le composé Cu^3Al ou une solution solide;

3° γ, solution solide qui ne prend naissance que par trempe;

4° δ, solution solide dont la teneur en aluminium varie de 14 à 30 pour 100;

5° ε, qui doit être le composé Al^2Cu;

6° η, qui est le composé Al^2Cu;

7° H, qui est soit de l'aluminium pur, soit une solution aluminium-cuivre à très faible teneur en cuivre; il existe probablement une solution renfermant de 44 à 46 pour 100 d'aluminium.

Nous publierons ailleurs un Mémoire complet, sur les relations qui existent entre les constitutions et les propriétés mécaniques de ces alliages.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'origine du lactose. Des effets des injections de glucose chez les femelles en lactation.* Note de M. **Ch. Porcher**, présentée par M. A. Chauveau.

Le but de cette Note est de montrer que toute hyperglycémie chez une femelle laitière aboutit, non à de la glucosurie, mais à de la lactosurie.

A des vaches, à des chèvres, à des chiennes en pleine lactation, j'ai injecté sous la peau, dans le péritoine ou dans les mamelles par les trayons, des solutions aseptisées, hypertoniques ou isotoniques de glucose.

Les injections sous la peau furent effectuées chez la vache et poussées lentement, de la même manière que s'il s'était agi d'un sérum thérapeutique artificiel. Dans ces conditions, le sucre retrouvé dans l'urine a été le lactose.

Les injections intra-mammaires ont été faites chez la chèvre. En poussant les solutions de glucose dans la glande au point de la tendre assez fortement, on arrête ainsi la sécrétion sans cependant nuire à la faculté qu'a la cellule glandulaire de transformer le glucose en lactose. En effet, le glucose introduit dans les acini mammaires, résorbé ensuite par les voies veineuse et lymphatique, est apporté par le sang artériel à la cellule mammaire, laquelle en fait du lactose qui, finalement, est entraîné par la circulation de retour.

Le pouvoir, que le tissu mammaire en activité a normalement de faire du lactose avec du glucose et qu'il a conservé dans les conditions expérimentales relatées ci-dessus, a néanmoins une limite. En effet, si les injections de glucose sont poussées rapidement, si les solutions sont trop concentrées ou si la mamelle est trop tendue dans le cas d'injections dans cet organe; si, en somme, le glucose offert au tissu mammaire est trop abondant, la plus grande partie de ce sucre échappera à l'action de la glande et

s'éliminera en nature par l'urine; il y aura glucosurie et presque uniquement glucosurie.

Au surplus, tous les cas peuvent se discuter et l'on conçoit aisément (des expériences assez nombreuses nous ont offert la preuve de ce que nous avançons) que la même quantité de glucose qui produirait de la lactosurie chez une femelle à la mamelle active, provoquerait, en majeure partie du moins, de la glucosurie chez une autre femelle dont la glande mammaire aurait un fonctionnement moindre.

A toutes ces données précises, d'ordre expérimental, la médecine comparée, la clinique viennent en ajouter d'autres qui, tout en ne découlant pas d'un déterminisme aussi rigoureux, n'en comportent pas moins une grande netteté.

Nous avons déjà vu avec M. Commandeur (*Comptes rendus*, 5 avril 1904) que l'on rencontrait assez souvent chez la femme enceinte une glucosurie assez notable (jusqu'à 10^g et 15^g au litre) qui n'est pas du diabète et qui devient lactosurie aussitôt après la délivrance, c'est-à-dire au moment où le sein entre en pleine activité. Mais en dehors de ces cas, qui ne sauraient constituer la règle, on peut dire qu'en général, chez toute femme enceinte, il y a, dans les derniers moments de la grossesse, dans l'urine, un peu de glucose qui progressivement fait place au lactose lors du réveil graduel de la glande.

Zuelzer [*Ueber alimentäre Glykosurie im Krankheiten und über puerperale Laktosurie* (*Inaug. Dissert.*, Berlin, 1893)] et von Noorden (*Ueber die puerperale Laktosurie nach dem Genuss von Traubenzucker* (*Arch. von du Bois-Reymond : Physiol.*, 1893, p. 385)] ont noté que l'administration *per os* d'une quantité de glucose suffisante pour provoquer la glucosurie alimentaire conduit chez la femme en couches à de la lactosurie. J'ai répété, avec le même succès, cette expérience chez la chienne nourrice.

Nos observations antérieures sur l'urologie de la *fièvre vitulaire* (*Comptes rendus*, 11 avril 1904), jointes à celles que nous avons rappelées tout à l'heure sur la glucosurie *ante partum* de la femme enceinte, les expériences qui font l'objet de cette Note ainsi que les faits signalés par Zuelzer, von Noorden et nous-même, forment un ensemble qui nous autorise à poser les conclusions suivantes :

L'activité d'une mamelle étant donnée, une pareille glande nous semble capable et d'élaborer, aux dépens du glucose normal du sang, le lactose qui passera en solution dans le lait et de transformer également en ce der-

nier sucre un excès de glucose qui lui parviendrait, soit expérimentalemeut ainsi que nous l'avons vu chez la vache au début de cette Note, soit pathologiquement comme on peut le constater dans une première série de cas de *fièvre vitulaire* (cas à lactosurie intensive).

Mais cependant, cette activité glandulaire restant constante, si l'on vient à exagérer la proportion de glucose qu'elle est capable de mettre en œuvre pour en faire du lactose, le tissu mammaire va se trouver alors dans l'impossibilité de le fixer entièrement et le transformer en sucre de lait; nous dirons qu'il y a *insuffisance mammaire*.

Il y aurait également *insuffisance,* mais cette fois pour des raisons d'ordre inverse, si la quantité de glucose n'étant pas exagérée, c'était la mamelle qui venait à fléchir rapidement, comme cela se voit dans une deuxième série de cas de *fièvre vitulaire* (cas à glucosurie intensive).

Pour résumer cette Note nous dirons : toute hyperglycémie, qu'elle soit d'ordre expérimental, physiologique ou pathologique, se produisant sur un terrain favorable, en l'espèce une femelle laitière dont la mamelle soit en pleine activité, donne naissance à de la lactosurie; à condition toutefois que cette hyperglycémie ne soit pas exagérée.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge de la grande nappe de charriage des Carpathes méridionales*. Note de M. **G.-M. Murgoci**, présentée par M. Michel Lévy.

Les travaux des géologues autrichiens, hongrois et serbes permettent de suivre l'extension de la nappe de charriage des Carpathes méridionales dans le Banat méridional et la Serbie orientale. M. Cvijic a montré que les failles et plis-failles jouent un rôle prépondérant entre le Danube et la dépression Cerna-Timoc, et sont accompagnés de roches éruptives basiques. La description donnée récemment par Schafarzik des nombreuses zones cristallines et sédimentaires coupées par le Danube nous rappelle les faits constatés dans le plateau de Mehedinti. Ainsi, les Carpathes se continuent bien, comme on l'a dit, au sud du Danube jusqu'à la dépression Cerna-Timoc, mais, s'il en est ainsi, c'est que la grande nappe de charriage qui forme la grande partie des Carpathes méridionales s'étend jusqu'à cette dépression.

Peut-on fixer l'âge du charriage? Nous le croyons. Les couches les plus récentes du Mésozoïque autochtone dans le Banat et la Serbie appartiennent au Barrémien. Dans la partie centrale des Carpathes méridionales on ne

connaît pas de Flysch ni de Crétacé supérieur en relation avec le Mésozoïque autochtone; on trouve le Flysch (Crétacé supérieur et Éocène) dans les bassins de Brezoiu, Hatzeg, Gura vài, etc., occupant toujours des dépressions creusées dans le premier groupe cristallin, ou dans le Mésozoïque, qui repose sur cette nappe.

D'après Redlich les marnes du bassin de Brezoiu sont sénoniennes; je considère les conglomérats inférieurs à ces marnes comme l'équivalent des conglomérats cénomaniens du Bucegiu.

De ces faits on peut conclure que le charriage a eu lieu entre le Barrémien et le Cénomanien.

Les facies du Flysch méritent aussi d'être considérés. On doit remarquer notamment que le Flysch crétacé et même paléogène d'Olténie n'est formé que de débris des roches du premier groupe et de calcaires mésozoïques semblables à celui de Bistrita. Les roches vertes serpentines et les calcaires cristallins y manquent complètement. Ce fait s'explique aisément si l'on admet qu'avant le commencement de l'érosion cénomanienne la couche autochtone était déjà recouverte par la nappe charriée.

Nous ne pouvons admettre les idées de M. Bergeron (*Comptes rendus*, 7 décembre 1903), qui, d'après quelques observations au contact du Flysch avec le Cristallin de la vallée de la Jalomita, suppose un charriage de toute la masse du Flysch probablement à l'époque sarmatienne. En effet les preuves données pour le charriage ne paraissent pas concluantes et nous avons montré d'autre part que dans la région de l'Oltu toutes les formations crétacées supérieures et tertiaires se succèdent normalement du Cénomanien jusqu'au Levantin.

L'allure de la surface de la nappe de charriage devait être celle d'une carapace plissée et froissée ne présentant partout ni la même épaisseur ni le même niveau. Des dislocations postérieures à sa formation l'ont encore plus déformée. Vers la percée de l'Oltu, la carapace plonge vers le Sud-Est, l'érosion n'a pas encore touché, même dans les vallées les plus profondes, la couche autochtone. Entre l'Oltu et le Danube, elle formait une voûte colossale avec plusieurs anticlinaux (4, d'après Inkey), mais elle a subi une puissante érosion; de Ciunget jusqu'à Closani, il y a une immense *fenêtre*. La partie nord enveloppe, comme l'a montré Schafarzik, le Munte Micu et s'unit à la masse Semenic-Almas, également charriée; la partie sud a souffert un grand affaissement dans la région du Jiu, où elle a été plus tard ensevelie par le Flysch et le Tertiaire depuis l'Oltetu jusqu'au Motru. Elle n'est mise à jour par l'érosion qu'à Cernadia et Suseni. Cette

dépression a été encore plus accentuée pendant le Tertiaire et l'on voit les vallées prétortoniennes de Bistrita, Oltetu-Galben, Gilortu, Sohodelu et Motru convergeant vers la région d'affaissement.

La partie ouest de la nappe, très déprimée par rapport à la région de l'Oltu, était beaucoup plus élevée que la région du Jiu. L'érosion qui a réduit le plateau de Mehedinti à l'état de pénéplaine (E. DE MARTONNE, *Comptes rendus*, 25 avril 1904), a été assez profonde pour ouvrir plusieurs fenêtres : Balta, Cerna, Porecka, et les fameuses Portes de Fer. Au sud du Danube, le flanc sud-est de la nappe disparaît à Sip sous le Tortonien. Mais la partie centrale se relève en Serbie et se termine dans le massif de Deli Jovan.

Très probablement, les vallées d'Oltu, Jiu, Streiu, Temes et du Danube correspondent à des dépressions de la carapace, peut-être à des fissures (Oltu, d'après Inkey). Les vallées de Lotru, Latorita, Jietu et Jiu românesc, Cerna, Bahna, Bela et Porecka, correspondent aux synclinaux longitudinaux de la nappe. La plupart ont déjà entamé la couche autochtone et ne montrent plus les roches de la carapace que sur un versant.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'influence de l'éclipse solaire du* 30 *août* 1905 *sur le champ magnétique terrestre à Paris.* Note de M. **TH. MOUREAUX**, présentée par M. Mascart.

A l'occasion de l'éclipse solaire du 30 août, le Bureau central météorologique a établi une station magnétique temporaire à Poissy, sur les conseils et sous la direction de M. Mascart. Les instruments, un déclinomètre et un bifilaire, empruntés à l'observatoire du Parc Saint-Maur, ont été disposés pour l'enregistrement continu des variations, dans des conditions spéciales de sensibilité. Sur la ligne des abscisses, une minute de temps est représentée par un millimètre; en ordonnée, un millimètre vaut 0',8 sur la courbe du déclinomètre, et 0,00035 (C.G.S.) sur celle du bifilaire.

Le magnétographe a été installé dans une ancienne carrière de pierre calcaire, à 20^{m} environ au-dessous du sol et à 70^{m} de l'ouverture; la température y est rigoureusement constante et égale à $9^{\circ},5$.

La période d'observation s'étend du 19 août au 2 septembre.

Les résultats définitifs sont nécessairement subordonnés au dépouillement complet des courbes du 30 août et à leur comparaison avec celles de toute la série; on n'en pourra donc donner ici qu'un simple aperçu.

La situation magnétique a été légèrement, mais fréquemment troublée

le 30 août, comme la veille et le lendemain. Pendant l'éclipse, la déclinaison a subi plusieurs oscillations perturbatrices, dont l'amplitude extrême est de près de 4'; le minimum le plus accentué s'est produit à $0^h 36^m$, et le maximum à $1^h 54^m$. La composante horizontale est passée également par plusieurs oscillations, avec le minimum absolu à $0^h 6^m$, peu après le commencement de l'éclipse, et le maximum à $2^h 27^m$, quelques minutes avant la fin; l'écart total est d'environ 0,00030 (C.G.S.).

Ces écarts sont de beaucoup supérieurs à la variation diurne régulière pendant le temps de l'éclipse; normalement, en août, la déclinaison ne varie pas de plus d'une minute, et la composante horizontale de plus de 0,00008 entre 0^h et 2^h. Il est à craindre que les irrégularités de la variation diurne, le 30 août, ne soient de nature à masquer, au moins en partie, l'influence de l'éclipse sur le champ magnétique terrestre, influence qui, pendant l'éclipse solaire du 28 mai 1900, s'est traduite, dans la zone de totalité, par une variation de 1' au maximum pour la déclinaison, et de 0,00008 pour la composante horizontale.

Au dehors, l'abaissement de la température de l'air à l'ombre, pendant l'éclipse, a été de 1°,5, comme au Parc Saint-Maur et au Val-Joyeux; le minimum s'est produit à $1^h 30^m$, 11 minutes après le moment de la plus grande phase.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la polarisation du ciel pendant l'éclipse du Soleil.* Note de M. **Piltschikoff**, présentée par M. Mascart.

J'ai démontré par les observations faites à Kharkov [1] que, malgré l'énorme différence qui existe dans l'intensité d'illumination de l'atmosphère par le Soleil et par la Lune, la quantité de lumière polarisée, mesurée à 10° de l'astre dans le plan vertical qui passe par l'astre, reste la même jour et nuit. J'ai trouvé ensuite [2] que la polarisation de la lumière bleue est ordinairement plus forte que celle de la lumière rouge.

Il me paraissait intéressant de mesurer la polarisation atmosphérique avant, pendant et après l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de mes mesures

(1) *Comptes rendus*, 1901.
(2) *Comptes rendus*, 1902.

faites à Philippeville (Algérie) avec le photopolarimètre Cornu, pendant et après l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905.

Dans cette station, les conditions étaient, d'après la carte du Bureau des Longitudes, en temps moyen de Paris :

Commencement de l'éclipse générale à......	$0^{h}22^{m}$	(environ)
» » totale à........	$1^{h}39^{m}20^{s}$	»
Fin de l'éclipse totale à....................	$1^{h}43^{m}$	»
» » générale à...........	$2^{h}58^{m}45^{s}$	»

J'ai mesuré la polarisation de l'atmosphère au point du ciel indiqué plus haut :

Ciel pur	à $22^{h}25^{m}$ (29 août)....	62 pour 100 (bleu)	57 pour 100 (rouge)
	à 1.21 (30 août)....	62 pour 100 (sans verre coloré)	
	à 1.33 »	id.	
	à 1.40 »	0 pour 100 (!)	
	à 1.49 »	62 pour 100	
	à 1.56 »	62 pour 100 (bleu)	53 pour 100 (rouge)
	à 1.59 »	62 pour 100 (bleu)	53 pour 100 (rouge)
	à 2.21 »	62 pour 100 (bleu)	54,5 pour 100 (rouge)

M. A.-J. **Stodolkiewicz** adresse une Note *Sur la théorie des équations différentielles totales.*

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 juillet 1905.

Revue des sciences photographiques, t. I[er]. Paris, Mendel, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Lippmann.)

L'acide formique et la force musculaire, par le D[r] Clément, de Lyon. Paris, Vigot frères, 1905; 1 vol. in-8°.

Zeitschrift des Mährischen Landesmuseums. Brünn, 1905; 1 vol. in-8°.

Mededeelingen uit slands planteutuin, t. LXXV, door Dr Kramers. Batavia, Kolff, 1904; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 JUILLET 1905.

Histoire physique, naturelle et politique de Madagascar, publiée par M. Alfred Grandidier. Atlas. 5e partie. 55e fascicule. Paris, Imprimerie nationale, 1905; 1 vol. in-4°.

Recherches sur les Lémuriens disparus et en particulier sur ceux qui vivaient à Madagascar, par G. Grandidier. 4e série, t. VII. Paris, Imprimerie nationale, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Association française pour l'avancement des Sciences. 33e section. Grenoble, 1904. Paris, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. Giard.)

Pour l'histoire des hypothèses sur la nature des taches du Soleil, par Ernest Lebon. Genève, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Aéronef dirigeable plus lourd que l'air, par Alfred Micciollo. Le Puy, 1905; 1 broch. in-8°.

Le Soleil et la nature, par Camille Flammarion. Paris, 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Nature des diastases, par M. Emmanuel Pozzi-Escot. Paris, 1903; 1 vol. in-8°.

Annalen der K. K. Universitäts-Sternwarte in Wien. XV. et XVIII. Band. Wien, 1905; 2 vol. in-4°.

Cenno biografico del prof. Federico Delpino, par L. Macchiati. Savona, 1905; 1 fasc. in-8°.

Sessáo publica da Academia real das Sciencias de Lisboa. Em 17 de dezembro de 1893; em 11 de dezembro de 1898; em 8 de maio de 1904; em 19 de fevereiro de 1905; 4 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 AOUT 1905.

La sagesse populaire et la vie des champs d'après les proverbes, adages...., par Alexis Yermoloff. Tome I : *Calendrier populaire.* Tome II : *Agronomie populaire.* Tome III : *Le monde animal d'après les dictons populaires.* Tome IV : *Météorologie populaire.* Saint-Pétersbourg, A.-S. Souvorina, 1905; 4 vol. in-8°. (En langue russe.) (Hommage de M. Yermoloff, Correspondant de l'Institut.)

Der Landwirtschaftliche Volkskalender, von Alexis Yermoloff. Leipzig, 1905; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Patologia de las enfermedades epilépticas y mentales, por Ignacio Ribera Baylina. Barcelona, 1905; 1 vol. in-8°.

As villas do norte de Portugal, por Alberto Sampaio. Porto, 1903; 1 vol. in-8°.

Portugalia. Materiaes para o estudo do povo portuguez, por Pola Grey. Porto, 1905; 1 vol. in-8°.

United States commission of fish and fisheries. Commissioner's report 1903. Washington, 1905; 1 vol. in-4°.

Annual report of the Smithsonian Institution, 1903. U. S. national Museum. Washington city, 1905; 1 vol. in-8°.

Astronomische Beobachtungen, von PAUL HARZER. Leipzig, 1905; 1 vol. in-4°.

Elektrina a magnetismus, par le Dr FR. KOLÁCEK. Praze, 1905; 1 vol. in-8°.

Handbuch der geographischen Artsbestimmung, von Dr ADOLF MARCUSE. Braunschweig, 1905; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 AOUT 1905.

Observations magnétiques à Tananarive, par le R. P. COLIN. (Extr. des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. CXL, p. 1521.) Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Sciences, Belles-Lettres et Arts d'Orléans; t. V, n° 1, 1er semestre 1905. Orléans, imp. A. Gout et Cie; 1 fasc. in-8°.

Éléments de calculs exponentiels et de calculs inverses; par A.-J. STODOLKIEWICZ. Varsovie, imp. Noskowski, 1905; 1 fasc. in-8°.

Sulla vinificazione con mosto sterilizzato mediante solfiti e fermenti adattati al mezzo solforoso; seconda Nota del Prof. NAPOLEONE PASSERINI. Florence, typ. M. Ricci, 1905; 1 fasc. in-8°.

Esperienze per combattere la peronospora della vite, sesta serie 1904, Nota del Prof. NAPOLEONE PASSERINI. Florence, typ. M. Ricci, 1905; 1 fasc. in-8°.

Flora of the upper Gagnetic plain and of the adjacent Siwalik and Sub-Himalayan tracts, by J.-F. DUTHIE; vol. I, part 2, p. 401-500 : *Caprifoliaceæ to Campanulaceæ*. Calcutta, Office of the Superintendent of Government printing, India, 1905; 1 vol. in-12.

Report of the South African Association for the Advancement of Science; second Meeting held at Johannesburg, april 1904; published by the Association. Johannesburg, 1904; 1 vol. in-8°.

Materiale pentru sismografia romaniei : XI. *Seismele din anul* 1904, de St.-C. HEPITES. Bukarest, 1905; 1 fasc. in-4°.

Buletinul Lunar al Observatiunilor meteorologice din Romania, pub. de STEFAN-C. HEPITES; anul XIII, 1904. Bukarest, 1905; 1 vol. in-4°.

The Canadian patent Office record and register of copyrights and trade marks; vol. XXXII : *Annual Index*. Ottawa, Government printing Bureau, 1904; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 21 AOUT 1905.

A survey of the development of geometric methods : Address delivered before the Section of Geometry of the international Congress of Arts and Science, by M. GASTON

Darboux; translated with the author's permission, by Professor Henry Dallas Thompson. (Extr. de *Bull. of the American mathematical Society,* serie II, vol XI, n° 10, p. 517-543.) New-York, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté en hommage par l'auteur.)

Mémoire sur les déplacements à trajectoires sphériques, par M. Émile Borel. (*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France;* t. XXXIII, n° 1.) Paris, Imprimerie nationale, 1905; 1 fasc. in-4°.

Preparacion e instrucciones para observar con aprovechamiento el eclipse total de Sol de 30 de agosto de 1905, estableciendo la existencia y condiciones de la atmosfera lunar y explicando el origen de todos los fenomenos que suelen presentar los eclipses de Sol, por Horacio Bentabol y Ureta. Madrid, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Eclissi del Sol 1905, per G.-B. Olivero da Murello. (*Gazzetta del popolo;* anno XXIII, n° 33, p. 259.) Turin, 1905; 1 fasc. in-f°.

Total eclipse of the Sun, may 18, 1901 : *Reports on the Dutch Expedition to Karang Sago, Sumatra,* pub. by the Eclipse Committee of the Royal Academy, Amsterdam. N° 3 : *Polarimetric study of the corona.* N° 4 : *Heat radiation of the Sun during the eclipse,* by Dr W.-H. Julius. Utrecht, 1905; 1 fasc. in-4°.

Division sexcentesimal de la circunferencia, por Horacio Bentabol y Ureta Madrid, 1904; 1 fasc. in-8°.

Cure prompte et radicale de la syphilis. Syphilis et mercure, par J.-F. Larrieu; 5e édition. Paris, Vigot frères, 1905; 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of Education for the year 1903; vol. II. Washington, Government printing Office, 1905; 1 vol. in-8°.

Annual Report of the Smithsonian Institution, 1903. *U. S. National Museum.* Washington, 1905; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur l'état actuel des recherches solaires et sur les moyens de les améliorer.* Note de M. **H. Deslandres.**

Dans une Note des *Comptes rendus* de 1893 (t. CXVII, p. 716), j'ai réclamé l'enregistrement absolument continu des éléments variables du Soleil. La continuité a paru nécessaire pour reconnaître exactement l'influence exercée par les variations solaires sur la Terre, influence qui est certaine, mais encore mal déterminée. La matière solaire, qui se présente à nous formée de gaz et de particules, est en perpétuelle agitation, le mouvement général de rotation étant mis à part; et le rayonnement de chaque partie est constamment variable, comme aussi peut-être le rayonnement total de l'astre.

L'image du Soleil et de son atmosphère est fournie actuellement par trois groupes de méthodes et d'appareils qui donnent chacun une partie de l'ensemble.

La surface, qui est un nuage de particules, est relevée journellement avec l'œil ou la plaque photographique. Les observations sont nombreuses, mais non encore continues; le plus souvent aussi, elles sont isolées et ne sont pas reliées entre elles de manière à donner l'effet utile maximum.

Les mêmes remarques s'appliquent plus justement encore à l'atmosphère gazeuse du Soleil (appelée *chromosphère* ou divisée en couche renversante et chromosphère proprement dite), qui offre des mouvements et des variations d'éclat encore plus notables. La partie de la chromosphère qui est

extérieure au bord est étudiée journellement avec l'œil depuis 1868 par la méthode de Janssen et Lockyer, dont le meilleur mode d'emploi est actuellement bien fixé.

La partie de la chromosphère, beaucoup plus étendue et importante, qui est intérieure au bord et projetée sur le disque, est décelée seulement depuis 1892 par des méthodes photographiques nouvelles, qui sont très générales, en ce sens qu'elles s'appliquent à toutes les vapeurs solaires, qui donnent une raie brillante ou noire, et aux couches différentes d'une même vapeur. Mais elles exigent des appareils compliqués et coûteux (appelés communément *spectrohéliographes*) qui, même, n'ont pas encore trouvé leur forme définitive; car on discute encore sur le meilleur mode d'enregistrement des vapeurs et sur la meilleure disposition des appareils.

D'autre part, l'atmosphère solaire supérieure, constituée surtout par des particules et appelée *couronne*, n'a pu encore être reconnue en dehors des éclipses totales et de la partie extérieure au bord. La lacune est regrettable, car c'est à la couronne et à ses jets de particules supposées électrisées et lancées par le Soleil avec une grande vitesse (ions de condensation et électrons), que l'on attribue l'influence des perturbations solaires sur la Terre. Ces jets doivent, il est vrai, être liés aux variations des couches sous-jacentes de la surface, de la chromosphère et surtout de la chromosphère supérieure, et il suffit probablement d'enregistrer avec soin ces dernières couches (1).

Pour toutes ces raisons, j'ai proposé en 1893 l'établissement, sur des points favorables du globe, d'appareils automatiques, à marche absolument continue, susceptibles d'enregistrer la surface du Soleil et les couches successives de son atmosphère. Ces appareils sont réalisables, mais avec une grande dépense, et le projet a été ajourné.

Par contre, il a paru facile d'organiser l'accord des observateurs actuels du Soleil, pour obtenir des images solaires bien comparables entre elles et à des moments différents. Dans ce but, la Société astronomique de France a nommé en 1900 une Commission solaire, chargée de publier des instructions et de centraliser les observations. Comme président de cette Commission, j'ai fait adopter par la Société les propositions suivantes, qui étaient

(1) Les nouvelles méthodes photographiques donneront peut-être un jour avec les raies très noires du spectre solaire, non chromosphériques, une image générale de la couronne entière.

présentées aussi aux sociétés étrangères d'Astronomie et que je soumets cette année au Congrès international de recherches solaires, convoqué prochainement à Oxford [voir l'*Introduction aux Instructions*, et l'*Observation journalière de la chromosphère et des protubérances* (*Bulletin de la Société astronomique*, septembre 1902 et avril 1905)] : 1° toutes ces images (dessins ou photographies) du Soleil et de son atmosphère auront, autant que possible, des diamètres qui soient égaux ou dans un rapport simple, qui soient par exemple des multiples de $0^m,10$; ces images seront rapportées aux pôles du Soleil et rangées par rotations entières; chaque image portant le numéro de la rotation et la longitude du méridien central; 2° à une même station, l'observation aura lieu, autant que possible, à la même heure, et de manière que toutes les observations réunies soient réparties à peu près également dans les 24 heures; 3° les circonférences, développées en ligne droite, sur lesquelles on dessine les protubérances, auront aussi le diamètre des images précédentes.

La question solaire, comme je l'écrivais en 1902, est, par sa nature même, d'ordre international, et il faut féliciter le grand astronome américain, Hale, d'avoir provoqué la création d'une Commission solaire internationale permanente. D'après le programme adopté, le Congrès de cette année doit, sur le terrain purement astronomique, se consacrer presque exclusivement au spectrohéliographe. Mais, à mon avis, on ne peut séparer les observations photographiques de la chromosphère des observations oculaires et des recherches sur les autres parties du Soleil. Il convient, surtout dans une première réunion, d'examiner la question dans son ensemble et de poser d'abord les règles générales applicables à tous les cas.

Remarques sur le spectrohéliographe. — Après ces considérations générales, je passe au cas particulier du spectrohéliographe qui offre un sujet d'études éminemment intéressant.

Il est question d'organiser la coopération de tous les appareils actuels, assez nombreux déjà, à une étude méthodique, aussi continue que possible, avec les raies du calcium H et K et deux de leurs composantes H_1 et K_1, H_2 et K_2. L'idée est à tous égards excellente, mais sa réalisation, au moins avec les composantes brillantes H_2 et K_2, peut rencontrer quelques difficultés, sur lesquelles je dois insister, d'autant plus qu'elles ne sont pas indiquées dans les derniers Mémoires de Hale. Les appareils actuels ne donnent pas des images tout à fait comparables; car ils ont des dispersions différentes. Or la dispersion, qui élargit la raie astreinte à être enfermée

dans une fente fixe, a une grande influence [1]. C'est ainsi que j'ai écrit en 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 337):

« Les trois raies K_1, K_2, K_3 correspondent aux trois couches superposées qui sont la couche renversante, la chromosphère et la chromosphère supérieure. Or, avec une dispersion telle que les raies H et K sont écartées seulement de $0^{mm},4$, le spectrographe a les trois raies réunies dans la seconde fente, et donc donne l'image des trois couches réunies. Avec un écartement de 2^{mm}, ainsi que dans l'appareil actuel de Meudon, on a seulement K_2 et K_3, c'est-à-dire la chromosphère proprement dite; puis, avec un écartement de 12^{mm}, K_3 est seule isolée, et l'on a la troisième couche seule. Avec la dispersion croissante, on peut éliminer progressivement la lumière des couches basses, et ne conserver dans l'image que la lumière des couches supérieures. »

Les remarques précédentes sont vraies seulement dans leur ensemble, car elles ne s'appliquent qu'à la largeur moyenne des raies K_2 et K_3 supposée constante sur tous les points du Soleil et égale à la largeur de la fente du spectrohéliographe. Or, ces raies ont, en réalité, une largeur très variable, surtout près des taches et facules, et il en résulte une complication nouvelle qui même est un des plus graves défauts du spectrohéliographe, signalé déjà depuis longtemps : l'image obtenue ou bien offre des intensités inexactes, ou est gâtée quelque peu par la lumière due à une couche différente.

Prenons les spectrohéliographes de Hale, Deslandres et Lockyer. Hale, après avoir employé de 1892 à 1894 la forte dispersion qui correspond à un écartement des raies H et K de 9^{mm}, est descendu à 4^{mm} en 1903; de mon côté, j'ai adopté depuis 1893 la distance de 2^{mm} (exactement $2^{mm},2$ dans le dernier modèle de Meudon) et Lockyer a choisi 3^{mm}.

A priori, ces trois appareils peuvent donner des images différentes, surtout si l'on fait varier la largeur de la seconde fente. Hale, dans le choix de la dispersion en 1903, s'appuie sur un calcul de Michelson (*Astrophysical Journal*, 1895, p. 4), qui recherche le contraste maximum entre la raie brillante K_2 et le fond brillant continu sur lequel elle se détache. Mais ce calcul s'applique à l'observation des vapeurs sans la seconde fente et

---

[1] D'autres éléments interviennent aussi, à savoir : les rapports d'ouverture du collimateur et de la lunette, les largeurs des deux fentes, et aussi l'épaisseur et la forme de leurs joues, mais le cadre de cette Note ne permet pas de les examiner en détail.

non au spectrohéliographe qui, avec sa seconde fente, élimine le fond continu et qui, d'ailleurs, donne une belle image même lorsque le contraste est nul. De plus, Michelson admet pour la raie K_2 une largeur de $0^A,25$; or, en fait, la largeur moyenne est de $0^A,40$ à $0^A,50$ et varie de $0^A,25$ à 1^A. Pour ma part, j'ai choisi la dispersion de 2^{mm} qui permet de renfermer la raie K_2 entière dans une fente de $0^{mm},06$ à $0^{mm},07$.

Cependant la raie K_3 est aussi parfois large, presque aussi large que la raie K_2 et, dans ce cas, surtout avec la seconde fente fine, on a des plages non plus brillantes, mais noires par rapport au fond. On obtient ainsi ce que Hale a appelé *Dark calcium flocculi*, même avec la petite dispersion de 2^{mm}.

Si donc, avec les spectro-héliographes, on veut avoir des résultats comparables, il faut réglementer avec soin le choix des dispersions et des largeurs des fentes; et, pour la même raison, j'ai réclamé déjà l'indication sur chaque épreuve, de la largeur des deux fentes en millimètres et de la largeur de la seconde fente en « Angströms ». Mais quelle est la dispersion la meilleure? Elle varie avec la largeur adoptée pour la raie K_2, largeur qui est variable elle-même d'un point à l'autre du Soleil et qui croît régulièrement vers le bord. L'image obtenue est parfois difficile à interpréter, d'autant que les variations des raies en largeur sont attribuables, soit à la densité de la vapeur, soit à son épaisseur, soit à l'excitation électrique. Les trois couches K_1, K_2, K_3 sont vraisemblablement dans des états physiques très différents, et on peut critiquer le prélèvement partiel de la lumière d'une couche et le mélange avec une autre couche, qui se produisent dans des proportions variables surtout avec une dispersion un peu forte. Aussi je donnerais volontiers la préférence à une dispersion plus faible que les précédentes, qui écarte H et K par exemple de $0^{mm},7$, qui réunit sur la même épreuve toute la lumière de K_2 et K_3 et la meilleure partie de K_1 (¹) et qui donne l'image de l'atmosphère gazeuse entière séparée de la photosphère. Cette image échappe aux critiques précédentes et est très lumineuse. La faible dispersion permettrait d'avoir des images aussi grandes que les belles images actuelles de la photosphère ($0^m,20$ et plus) et avec les mêmes objectifs astronomiques (²). Elle convient aussi

(¹) Dans l'autre partie de K_1, le spectre continu de la photosphère qui se mêle à la lumière de la vapeur prend une importance trop grande.

(²) L'appareil, fixé à un équatorial, pourrait être ainsi constitué : objectif astronomique; lentille simple en crown au zinc, dont l'indice ne varie pas avec la température,

pour les objectifs à long foyer qui sont employés avec un sidérostat, et ont de grands avantages.

Les spectrographes précédents, que j'ai appelés *spectrographes des formes*, sont les seuls employés par Hale. Or, depuis 1891, j'emploie, en même temps, d'autres spectrographes, dits *des vitesses* ou *par sections*, qui sont à l'opposé des précédents et qui, pour cette raison, fournissent justement ce que les autres ne peuvent pas donner et donc les complètent heureusement. Ils ont en effet une dispersion très forte, un mouvement discontinu et une seconde fente large qui comprend les trois composantes de K. Ils donnent les largeurs exactes des raies K_2 et K_3, les épaisseurs des couches correspondantes et aussi leurs vitesses radiales et leurs mouvements relatifs. Les premiers fournissent l'image d'ensemble de la chromosphère, les seconds, tous les détails des couches composantes et en particulier de la couche supérieure, la plus intéressante, qui, à cause des variations plus grandes de K_3, en accord avec la hauteur plus grande, échappe au spectrohéliographe des formes. Aussi, en 1905 comme en 1893, j'estime les deux spectrographes nécessaires à une étude complète des vapeurs chromosphériques, et, autant que possible chaque jour, je fais une épreuve avec chacun des appareils. Il est seulement désirable que les images solaires, larges au plus de $0^m,10$, soient agrandies et au moins doublées.

D'ailleurs, le spectrographe par sections, avec une grande image du Soleil, large de $0^m,20$ et avec 400 sections, donne assez bien la forme générale des vapeurs et peut suppléer le spectrographe des formes; il se prête mieux aussi à un enregistrement absolument continu.

A Meudon, les deux spectrographes de petite et de grande dispersion sont montés sur la même table qui peut à volonté avoir un mouvement continu ou discontinu, et chacun peut être employé indistinctement à l'enregistrement des formes ou des vitesses radiales. Les deux spectrographes ont donné des photographies des formes avec des raies noires du spectre solaire, autres que H et K. Cette étude, que j'ai inaugurée en 1894, consti-

---

ouverture de $0^m,20$, distance focale 3^m; lentilles du collimateur et de la chambre simples aussi et en crown, distance focale $1^m,20$; prisme en crown, argenté sur une face de manière à renvoyer le spectre vers l'objectif astronomique; objectif qui agrandit six à sept fois la seconde fente, supposée parfaite; pose de 2 minutes pendant le passage du Soleil sur la première fente, par le mouvement diurne, la plaque photographique seule étant mobile.

tue un champ nouveau extrêmement vaste à explorer; elle nous décélera la répartition exacte des diverses vapeurs dans le Soleil (¹).

Le spectrographe des vitesses se transforme aisément en un autre spectrographe appelé *enregistreur de spectres* et employé autour des taches, qui opère aussi par sections, et juxtapose non plus une petite portion du spectre près de la raie K, mais de larges étendues du spectre photographique (²). Autour des taches, les changements du spectre, très forts avec les raies du calcium, s'étendent plus ou moins à toutes les raies solaires et au spectre continu et sont absolument dignes de fixer l'attention. En fait, dans l'organisation adoptée, les enregistreurs des formes, des vitesses et des spectres se prêtent un mutuel appui (³).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation différentielle du quatrième ordre.* Note de M. **Gaston Darboux.**

La Note que j'ai insérée dans les *Comptes rendus* de la séance du 28 août avait surtout pour but d'indiquer une application de la méthode d'intégration par les solutions particulières que j'ai fait connaître depuis longtemps. Elle m'a valu deux Communications intéressantes de M. R. Liouville et J. Drach. M. Liouville remarque d'abord que l'équation du premier ordre à laquelle j'ai été conduit rentre comme cas particulier dans un type plus général qu'il a étudié et intégré dans les *Comptes rendus* du 6 septembre 1886 en le rapprochant des équations linéaires.

(¹) Elle m'a conduit à penser que les grains de la photosphère et les intervalles relativement noirs entre les grains ont des différences dans leurs spectres et leur composition chimique. Mais cette distinction curieuse, pour être reconnue nettement, exigera des appareils plus puissants que les miens.

(²) En général, autour des taches et sur les taches, on étudie le spectre de longueur d'onde supérieure à 5000; mais le spectre de longueur d'onde inférieure offre aussi des détails curieux. On peut avec l'appareil enregistrer les deux régions.

(³) Ainsi, les enregistreurs des spectres montrent que l'augmentation d'éclat au-dessus des facules, observée avec les enregistreurs des formes et les raies telles que λ 404,5 du fer, proviennent non de la raie centrale très noire, mais des parties dégradées de chaque côté ou peut-être même du spectre continu immédiatement voisin. L'image avec la raie centrale seule aurait un grand intérêt.

Cette circonstance lui a fait penser que l'équation

$$(1) \qquad \begin{vmatrix} y & y' & y'' \\ y' & y'' & y''' \\ y'' & y''' & y^{\text{IV}} \end{vmatrix} = 1$$

est réductible à une équation linéaire. Et c'est ce qu'il a vérifié en la différentiant. On obtient alors

$$\begin{vmatrix} y & y' & y'' \\ y' & y'' & y''' \\ y''' & y^{\text{IV}} & y^{\text{V}} \end{vmatrix} = 0,$$

et il est évident que cette équation est équivalente à l'équation linéaire

$$y''' + Ay' + By = 0$$

où A et B désignent deux constantes quelconques. Cela l'a conduit à généraliser l'équation (1) et à montrer que la même méthode s'applique à l'équation d'ordre $2n$

$$(2) \qquad \begin{vmatrix} y & y' & \dots & y^{(n)} \\ y' & y'' & \dots & y^{(n+1)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y^{(n)} & \dots & \dots & y^{(2n)} \end{vmatrix} = 1.$$

M. J. Drach a été conduit exactement aux mêmes résultats.

Il ne convient pas d'insister outre mesure sur une recherche si particulière. Je me bornerai donc, en mentionnant les remarques présentées par ces habiles géomètres, à faire observer que leur méthode s'applique à l'équation plus générale

$$(3) \qquad \begin{vmatrix} y & y' & \dots & y^{(n)} \\ y' & y'' & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y^{(n)} & \dots & \dots & y^{(2n)} \end{vmatrix} = e^{ax+b},$$

où a et b désignent deux constantes.

Il suffit pour le reconnaître d'éliminer l'exponentielle entre cette équation et sa dérivée.

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés des rayons α du radium.* Note de M. **Henri Becquerel.**

J'ai montré, il y a deux ans [1], que les rayons α du radium présentent les propriétés remarquables suivantes : 1° le faisceau des radiations α se comporte comme homogène, c'est-à-dire comme constitué par des particules douées toutes de la même déviabilité dans un champ magnétique; 2° la trajectoire de ces particules dans un plan normal au champ, et dans l'air, au lieu d'être une circonférence de cercle, est une courbe dont le rayon de courbure va en croissant avec la longueur de la trajectoire.

L'expérience qui met en évidence ces deux propriétés consiste à placer dans le champ d'un électro-aimant, et parallèlement au champ, une source linéaire constituée par quelques grains d'un sel de radium rassemblés dans une rainure rectiligne pratiquée dans un petit bloc de plomb. Le faisceau émis est limité par une fente étroite, ménagée entre deux lames métalliques horizontales formant écran. Au-dessus de la fente, on place une plaque photographique, soit horizontale, soit inclinée, et coupant normalement le plan défini par la source et par la fente. On produit alors un champ magnétique intense, que l'on renverse au milieu de la pose, et l'on obtient sur la plaque photographique parallèle deux traces rectilignes et parallèles du faisceau dévié, mais non dispersé, et sur la plaque oblique deux traces divergentes également très fines et non dispersées. L'un et l'autre de ces dispositifs permettent de relever, pour un même plan perpendiculaire au champ, les points correspondant à la source, à la fente et à un point déterminé de la trajectoire. Ces trois points, dont deux sont fixes, déterminent une circonférence dont le rayon R devrait être théoriquement constant pour un même champ magnétique H, le produit RH étant égal au produit, par la vitesse de translation v, du quotient $\frac{m}{e}$ de la masse à la charge positive transportée.

Or l'expérience prouve que, pour les rayons α émis par un sel de radium, et pour un même champ magnétique, les circonférences telles qu'elles viennent d'être définies ont des rayons de plus en plus grands à mesure

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 199, 431, 977, 1517.

que les points considérés sur la trajectoire s'éloignent davantage de la source.

Dans les Notes rappelées plus haut, j'ai publié quelques valeurs numériques relatives à ces rayons et aux produits RH, relevées, soit sur des plaques différentes, soit sur une même plaque dans le dispositif oblique. Le produit RH relatif aux circonférences définies plus haut est inférieur au produit théorique $H\rho = \frac{m}{e}\varphi$ dans lequel intervient le rayon de courbure de la courbe que suit réellement la trajectoire. Voici, comme exemple, quelques valeurs numériques relatives à une épreuve citée dans les Notes mentionnées plus haut.

Distance de la source à la fente $2^{cm},4$. $H = 9.955$ C.G.S.

Distances à la source.	R.	ρ.	Hρ.
cm	cm		
2,1383	29,25		
		cm 37,8	376000
2,2366	29,55		
		41,6	415000
2,3349	30,05		
		46,1	460000
2,4332	30,29		
		49,4	491000
2,5215	30,77		
		58,7	585000
2,6298	31,21		
		64,4	641000
2,7281	31,69		

Rappelons, en outre, que, d'après les valeurs de $\frac{m}{e}$ et de φ déterminées par M. Des Coudres pour les rayons α, et dans le vide où l'on peut supposer que la trajectoire doit rester circulaire, on aurait RH = 256000.

Il semble donc qu'on puisse conclure de ces déterminations que le rayon de courbure de la trajectoire des rayons α, dans l'air, va en augmentant le long de cette trajectoire. Un résultat tout à fait semblable a été observé par M. Wien avec une certaine catégorie de rayons-canaux.

En outre, les traces des rayons α déviées par un champ magnétique présentent la même finesse dans un champ de 20000 unités C.G.S. et dans un champ moitié moindre. Le rayonnement se comporte donc comme étant homogène, dans la limite de précision que donnent les épreuves obtenues.

L'hypothèse la plus simple pour rendre compte de l'augmentation du rayon de courbure serait de supposer que le rapport $\frac{m}{e}$ augmente et que l'accroissement porte vraisemblablement sur la masse m qui pourrait recueillir sur son parcours des particules matérielles.

Ces hypothèses et le fait même de l'augmentation du produit $\frac{m}{e}v$ n'ont pas été admis par divers auteurs, et leurs interprétations m'ont conduit aux expériences qui vont être rapportées plus loin.

MM. Bragg et Kleeman (1) dans un très intéressant travail sur les rayons α du radium, après avoir montré que la loi qui représente l'ionisation de l'air en fonction de la distance à la source présente plusieurs changements brusques dont le premier se trouve à 3^{cm} environ du radium, ont émis l'idée que l'absorption ralentissait les rayons α; dans la source elle-même, les couches inégalement profondes émettraient des rayons inégalement ralentis au travers des couches supérieures, et leur action s'arrêterait à des distances inégales de la source. D'après ces auteurs, un faisceau de rayons inégalement pénétrants, et dont les trajectoires seraient d'autant moins infléchies qu'elles vont plus loin, donnerait, pour le lieu des points d'absorption totale, supposés être seuls efficaces, une trace dont le rayon de courbure irait en augmentant, et qui aurait un bord net du côté dévié et estompé du côté non dévié.

Les épreuves que j'ai obtenues n'offrent pas cet aspect.

Plus récemment (2) M. Rutherford a adopté ces hypothèses en les appuyant sur une importante expérience. Reprenant exactement le dispositif que j'avais employé et qui a été décrit plus haut, mais opérant dans le vide, et se servant comme source active, non plus d'un sel de radium, mais d'un fil activé par l'émanation du radium, M. Rutherford a observé qu'en couvrant ce fil avec un nombre progressivement croissant de feuilles minces d'aluminium, on obtenait, sur des plaques photographiques parallèles à la fente, des traces parallèles qui, pour un même champ magnétique, étaient de plus en plus écartées. On devait en conclure que les rayons étudiés devenaient de plus en plus déviables par leur passage au travers d'épaisseurs croissantes d'aluminium, et que cette augmentation de déviabilité était l'effet d'une diminution de vitesse.

Adoptant ensuite les idées de MM. Bragg et Kleeman, M. Rutherford ajoute que l'augmentation que j'ai observée pour le rayon de courbure, le long de la trajectoire des rayons α, s'explique par la présence de rayons animés d'inégales vitesses.

Cette coexistence de rayons d'inégales vitesses impliquerait l'existence

(1) *Philosophical Magazine*, 6e série, t. VIII, 1904, p. 719 et 726.
(2) *Philosophical Magazine*, 6e série, t. X, juillet 1905, p. 163.

d'une dispersion magnétique qui n'existe pas dans les épreuves que j'ai obtenues.

Je me suis alors proposé de reprendre avec mes anciens appareils une expérience permettant de recevoir, sur une même plaque photographique parallèle à la fente, un faisceau de rayons α du radium dévié par un champ magnétique, dont une moitié ne traversait aucun écran, et dont l'autre pouvait traverser divers écrans d'aluminium. Un écran vertical formé de lames de mica s'étendant de la source à la fente et de la fente à la plaque empêchait les deux moitiés du faisceau d'empiéter l'une sur l'autre. Les épaisseurs d'aluminium traversées dans diverses expériences ont varié depuis celle d'une feuille d'aluminium battu jusqu'à l'épaisseur de $0^{mm},034$ tout à fait comparable à celle des écrans employés par M. Rutherford.

Les écrans d'aluminium ont été placés soit sur la source, soit sur la fente, soit à quelques millimètres de la plaque photographique. Dans tous les cas, les deux traces parallèles des deux moitiés du faisceau dévié ont été exactement dans le prolongement l'une de l'autre et n'ont pas présenté le décalage auquel on aurait dû s'attendre d'après la publication de M. Rutherford.

Il faut donc en conclure que la propriété observée par ce savant est relative à des rayons particuliers émis par le fil activé qui lui servait, mais qu'avec le radium, et en particulier avec le sel de radium employé dans mes expériences, le ralentissement indiqué par M. Rutherford ne se produit pas.

Cette nouvelle expérience, confirmant les conclusions que j'avais déduites de mes premières observations, conduit à rejeter les interprétations de MM. Bragg, Kleeman et Rutherford. J'ajouterai que les nombres rappelés plus haut sont relatifs à des distances de la source inférieures à celle du premier changement observé par M. Bragg.

Enfin, tout récemment [1], MM. Bragg et Kleeman ont observé, entre autres faits intéressants, qu'en étudiant l'ionisation de l'air par des rayons α qui ont préalablement traversé des écrans métalliques minces, les courbes obtenues, en prenant pour abscisses l'ionisation et pour ordonnées les distances à la source, peuvent se déduire de la courbe obtenue sans écran, en réduisant toutes les ordonnées d'une même quantité, variable avec la nature de l'écran, et d'autant plus grande que son épaisseur et sa densité sont elles-mêmes plus grandes.

---

[1] *Philosophical Magazine*, septembre 1905, p. 318.

Les auteurs expliquent ce fait en admettant que les particules qui constituent les rayons α subissent dans l'écran une réduction de vitesse. Nous venons de voir que l'expérience ne justifiait pas cette interprétation.

On rencontre encore dans la Note de M. Rutherford, citée plus haut, d'autres conclusions auxquelles on ne peut accorder la généralité qu'il suppose. Observant que, pour les rayons α, dans l'air, l'action ionisante, l'action sur une plaque photographique et l'excitation de la phosphorescence cessent à la même distance de la source, l'auteur en conclut qu'à cette distance la vitesse des rayons est réduite à une valeur critique audessous de laquelle ils ne produisent plus ces divers effets.

Or, le même phénomène de cessation presque brusque des diverses manifestations du rayonnement à une certaine distance de la source se produit avec les rayons α du radium, et nous venons de voir que ceux-ci ne présentent pas de diminution appréciable de vitesse; si donc, les diverses manifestations cessent toutes en même temps, c'est que la totalité du rayonnement est alors absorbée, et l'ingénieuse hypothèse d'une vitesse critique ne paraît pas nécessaire. Généralisant encore la même idée, le même auteur conclut que le phénomène de la phosphorescence est le résultat d'une ionisation et, en particulier, que la phosphorescence scintillante est l'effet de la recombinaison des ions libérés par les rayons α.

Si, comme cela est vraisemblable, la phosphorescence des minéraux est en général le fait d'une action chimique, on peut exprimer la même idée en admettant une ionisation sous l'influence de la cause excitatrice; mais, par contre, la même interprétation ne peut s'appliquer à la scintillation; celle-ci se rapproche des effets de luminosité obtenus par les actions mécaniques.

J'ai montré [1] que l'on pouvait séparer dans le champ d'un microscope l'effet des rayons α et celui des rayons β et les observer simultanément; si le corps étudié est sensible aux deux espèces de rayons, comme l'est par exemple le platinocyanure de baryum, on reconnaît que les rayons α seuls donnent une phosphorescence scintillante, tandis que, sous l'influence des rayons β, la lueur phosphorescente de la même substance est continue. Avec la blende hexagonale elle-même, qui est surtout sensible aux rayons α, les gros cristaux donnent une lueur continue; la scintillation n'apparaît que sur des masses de cristaux suffisamment petits, et elle devient alors d'autant plus vive que ceux-ci sont plus petits et plus

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVII, oct. 1903, p. 629.

nombreux. Ces faits, joints à ceux que j'ai décrits dans la Note précitée, peuvent s'expliquer en admettant que chacun des petits éclats dont l'ensemble produit la scintillation est l'effet d'un clivage moléculaire se produisant sous l'action continue du rayonnement α. On peut du reste obtenir un spinthariscope sans radium en écrasant des cristaux de blende hexagonale entre deux lames de verre.

J'ajouterai encore que la phosphorence, non seulement de la blende hexagonale, mais de toutes les matières que j'ai eu l'occasion d'étudier, lorsqu'elle est excitée, soit par les rayons cathodiques, soit par la lumière, soit par la chaleur, est un phénomène continu dans lequel on ne distingue pas une série d'éclats successifs.

Toute phosphorescence n'est donc pas un phénomène intermittent du genre de la phosphorescence scintillante et, sur ce point encore, je pense qu'on doit rejeter l'hypothèse très générale que M. Rutherford a fondée sur l'existence d'un ralentissement qui ne paraît pas exister pour les rayons α du radium.

ASTRONOMIE. — *L'éclipse totale de Soleil du* 30 *août* 1905.
Note de M. G. **Rayet**.

L'Observatoire de Bordeaux avait, avec le concours du Bureau des Longitudes, organisé une expédition pour aller à Burgos observer et photographier les phases de l'éclipse du 30 août.

Les instruments emportés par MM. Rayet, Courty et Jimeno étaient un équatorial photographique (doublet de Grubb de 12^{cm} de diamètre et de 110^{cm} de distance focale) et un équatorial visuel (objectif de 8 pouces et $3^{m},10$ de distance focale) portant un spectroscope de trois prismes de 60°, en flint léger, capable de montrer facilement les raies du calcium comprises entre les raies D. Avec ce dernier instrument, on espérait obtenir des photographies du spectre de la couche renversante et des diverses régions de la couronne.

Dès le 20 août, par suite du concours empressé de M. R. de Sebastian, professeur à l'Institut de Burgos, et de M. S.-D. Oynelos, ingénieur en chef des forêts, ces instruments étaient installés dans la pépinière du service forestier du district de Burgos, à 1500^{m} au nord-est de la ville. Le temps qui était imperturbablement beau permit de les régler aisément.

Malheureusement, pendant les deux jours qui ont précédé l'éclipse, sous l'influence d'une tempête soufflant sur le golfe de Gascogne, le ciel s'est couvert et pendant la durée du phénomène de gros nuages, chargés de pluie, se sont constamment interposés entre le Soleil et nous, ne laissant voir l'éclipse que pendant des intervalles très courts.

Malgré ces circonstances plus que défavorables, M. Courty a pu, à l'équatorial photographique, obtenir deux bonnes images de la couronne qui donnent à cette dernière la forme caractéristique des couronnes des époques de maxima de taches.

A l'équatorial de 8 pouces, M. Rayet, très gêné par les nuages, n'a pu obtenir aucune photographie intéressante.

A Burgos, et à la fin d'août, l'air est d'ailleurs, en général au moins, d'une sécheresse remarquable et l'atmosphère d'une transparence extrême qui donne aux images des astres un éclat singulier. Le ciel de la vieille Castille est certainement le plus beau de ceux que j'ai rencontrés dans mes voyages en Égypte, en Grèce ou en Italie. Le choix de cette station n'a, il est vrai, pas été heureux, mais elle était cependant bien indiquée par les phénomènes météorologiques des années précédentes.

A Bordeaux même l'*Aéro-Club* et la *Petite Gironde* avaient mis à la disposition de M. E. Esclangon, astronome adjoint à l'Observatoire, un grand ballon, la *Belle-Hélène*, qui, sous la conduite d'un capitaine infiniment expérimenté, M. Briol, devait s'élever vers 11^h du matin de manière à avoir atteint 3500^m ou 4000^m à l'époque du maximum de l'éclipse.

Malheureusement, ici encore, le mauvais temps a contrarié tous les projets lentement mûris par MM. Esclangon, Briol et Maurice Martin. Les vents forts, les averses continuelles de la matinée ayant retardé toutes les opérations de gonflement le départ ne put être effectué qu'à $11^h 55^m$, pendant une courte éclaircie, entre deux grains. Le ballon a ensuite marché avec cette éclaircie, ce qui a permis aux aéronautes de voir le Soleil pendant plus de 1 heure.

Pendant la première phase de l'éclipse M. Esclangon a pu faire une détermination actinométrique avec l'actinomètre de Violle et les opérations se continuaient régulièrement lorsqu'un accident a brisé le thermomètre.

M. Esclangon a également pu faire des mesures sur la polarisation au voisinage du disque solaire et sur la polarisation atmosphérique à 90° de l'astre, qui s'est montré variable pendant ces phases de l'éclipse.

L'Académie permettra sans doute à mes collaborateurs et à moi-même de revenir sur l'éclipse du 30 août lorsque les plaques photographiques seront plus complètement développées et certains calculs terminés. J'ai cependant cru qu'il était convenable d'indiquer brièvement dès aujourd'hui les quelques résultats obtenus par l'Observatoire de Bordeaux.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les lancements de ballons sondes et de ballons pilotes au-dessus des océans*. Note de S. A. S. le Prince **de Monaco**.

A la suite des expériences faites à Monaco et dans la région des alizés pour l'exploration de la haute atmosphère au-dessus des océans à l'aide de cerfs-volants, j'ai entrepris, sur la proposition de M. le professeur Hergesell de Strasbourg, d'appliquer à ces recherches la méthode des ballons sondes déjà employée à terre avec un très grand succès. Ces expériences ont eu lieu sur la Méditerranée au mois d'avril et sur l'Océan aux mois de juillet et d'août derniers.

Les résultats obtenus ayant confirmé les prévisions, la présente Note a pour objet de décrire la méthode employée.

Le principe sur lequel reposent les lancements de ballons sondes à la mer, principe dû à M. le professeur Hergesell, est le suivant :

Deux ballons en caoutchouc, inégalement gonflés, portent l'instrument enregistreur et un flotteur; à la hauteur fixée d'avance avec une approximation suffisante, l'un des ballons éclate et le système entier tombe jusqu'à ce que le flotteur et les débris du ballon éclaté aient atteint la surface de la mer. A ce moment le second ballon portant l'instrument se maintient au-dessus de l'eau à une hauteur de 50^m environ et sert de guide au navire qui a constamment suivi le ballon.

Dans le cas où l'on désire limiter l'ascension à une hauteur absolument fixe, le ballon est automatiquement rendu libre à l'aide d'un déclencheur à électro-aimant, actionné par une pile sèche, dont le circuit est fermé par la plume du baromètre lorsqu'elle indique la hauteur choisie.

La pratique de l'une ou l'autre des méthodes décrites a pour seuls résultats de donner, pour la durée de l'ascension, à l'aide de l'enregistreur, la hauteur, la température et l'état hygrométrique. Mais ces données ne suffisent pas à faire connaître complètement l'état de l'atmosphère. Il importe, pour les compléter, d'étudier aux différentes phases de l'ascension la direction et la vitesse des courants aériens. Dans ce but, le navire suit aussi exactement que possible la direction prise par les ballons, tandis qu'à bord deux observateurs prennent à intervalles fixes l'azimut et la hauteur angulaire du système. La route et la vitesse du navire étant connues, une simple construction géométrique permet de tracer la projection horizontale de la trajectoire suivie par les ballons, projection qui détermine pour chaque instant, en direction et en force, les courants aériens.

Mais l'application de cette méthode demande que les ballons soient sans cesse visibles depuis leur point de départ jusqu'au point de chute dans l'eau. Dans le cas, assez fréquent, où le deuxième ballon devient invisible après l'éclatement du premier, et principalement dans les basses couches de l'atmosphère, M. l'Enseigne de vaisseau Sauerwein a imaginé une méthode très simple pour retrouver le point de chute.

Les routes du navire étant tracées à une échelle quelconque en grandeur et en direction sur une carte, le point de chute, si l'on suppose que l'état de l'atmosphère n'a pas changé, est symétrique du point de départ par rapport à la projection horizontale du point d'éclatement, calculée d'après la vitesse verticale du système. Aussitôt que l'on a perdu de vue le ballon, il suffit donc de faire route sur le point ainsi déterminé.

Si l'étude se borne à la direction et à la vitesse des courants aériens, il suffit, d'après la méthode de M. le professeur Hergesell, de lancer un ballon pilote en caoutchouc dont la trajectoire est déterminée par des visées analogues, la hauteur étant déduite de la vitesse verticale qui est fonction de la force ascensionnelle suivant une formule établie par des expériences préliminaires.

A l'aide de cette méthode il été fait à bord du yacht *Princesse Alice* 26 ascensions dont 8 dans la Méditerranée et 18 dans la région des alizés et au nord des alizés. La hauteur maxima atteinte a été de 14000 mètres au-dessus de l'Atlantique et plusieurs ballons ont dépassé 12000 mètres. Les résultats de ces ascensions et des ascensions de cerfs-volants faites en 1904 et 1905, feront l'objet d'une publication de M. le professeur Hergesell.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse du* 30 *août* 1905 *et sur la polarisation de la couronne solaire*. Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

L'Université de Montpellier, ayant bien voulu me confier une mission scientifique à l'occasion de l'éclipse du 30 août 1905, je me suis installé à Burgos pour observer ce phénomène. Je me suis proposé spécialement de faire des mesures relatives à la polarisation de la couronne, tout en photographiant cette couronne à l'aide de la lunette photographique raccourcie que j'avais utilisée à Elche, auprès d'Alicante, lors de l'éclipse du 28 mai 1900.

En ce qui concerne la polarisation, j'ai voulu d'abord mesurer la proportion de lumière polarisée au voisinage de l'axe solaire et dans la région équatoriale, puis compléter cette mesure en cherchant si la lumière était toujours polarisée rectilignement tout autour du disque ou s'il n'y avait

pas de la lumière polarisée elliptiquement dans certaines régions : ces deux cas peuvent se présenter, bien que la polarisation soit toujours radiale, comme il a été établi à plusieurs reprises.

Pour la mesure de la proportion de lumière polarisée, j'ai employé un photopolarimètre de Cornu, adapté à l'extrémite d'une lunette astronomique permettant de préciser la région visée.

Cet appareil ne fournit immédiatement le résultat que s'il est convenablement orienté par rapport aux sections principales de polarisation du faisceau que l'on veut étudier; aussi il exige une détermination préalable pour faire connaître ces sections et réaliser cette orientation; j'ai cherché si l'on ne pouvait pas éviter ce tâtonnement antérieur qui prend un temps précieux dans des circonstances analogues à celles où je devais opérer. On peut y parvenir en effet, et il est aisé de démontrer qu'il est inutile d'orienter l'appareil pourvu que l'on fasse deux déterminations dans deux azimuts quelconques à 45° l'un de l'autre; les deux angles ω' et ω'' qu'on lit dans ces conditions fournissent à l'aide de la relation

$$\cos^2 2\omega = \cos^2 2\omega' + \cos^2 2\omega''$$

l'angle ω que l'on aurait obtenu par le procédé habituel.

Cette méthode, qui présente des analogies avec la *règle des cotangentes* à propos de l'inclinaison magnétique, permet d'opérer à coup sûr et de simplifier même l'appareil en supprimant le second cercle gradué que l'on peut remplacer par deux buttoirs à 45° l'un de l'autre.

Pour observer l'ellipticité de la lumière polarisée, j'ai employé, comme M. Joubin l'avait fait en 1900, une lunette astronomiqne dans l'oculaire de laquelle était placé un polariscope de Bravais; mais j'en ai modifié la construction en me basant sur les considérations suivantes : Le bilame de l'appareil ordinairement employé et dont l'épaisseur correspond à un retard soit d'une longueur soit d'une demi-longueur d'onde du jaune moyen, a une très grande sensibilité pour déceler par des différences de colorations des traces d'ellipticité dans la lumière incidente, lorsque celle-ci est blanche. S'il s'agissait d'un faisceau homogène, la sensibilité serait beaucoup moindre, car l'ellipticité ne serait accusée que par des différences d'intensité des deux moitiés du bilame. On peut même démontrer que l'appareil ne fournirait aucune indication *si la lumière monochromatique etait précisément celle pour laquelle la lame est d'un nombre entier de demi-longueurs d'onde*.

Or, la lumière de la couronne étant en grande partie constituée par la radiation correspondant à 530^{μ} (coronium), l'appareil se présente pour cette observation dans les moins bonnes conditions.

J'ai fait alors construire un bilame dont l'épaisseur correspond à deux

longueurs d'onde de la lumière du sodium (c'est-à-dire 2×590 ou $1180^{\mu\mu}$), ce qui fait sensiblement $2\lambda + \frac{\lambda}{4}$ de la lumière du coronium

$$(2 \times 530 + 135 = 1195),$$

de façon à se trouver dans les meilleures conditions de sensibilité; un dispositif simple permettant d'amener automatiquement la section principale du nicol dans deux positions rectangulaires pour observer successivement avec les plans de polarisations parallèles et avec ces mêmes plans croisés.

Les expériences ont été faites conformément au programme qui avait été tracé. Je devais consacrer la première minute au photopolarimètre et les deux minutes suivantes au polariscope elliptique; je devais dicter le résultat de mes observations à M. Aroles, professeur de physique au lycée de Montauban, qui, venu à Burgos pour contempler l'éclipse, a bien voulu me prêter son concours et me servir d'assistant; M. Chaudier, préparateur à la Faculté des Sciences de Montpellier, devait d'abord observer à la lunette le deuxième contact [1] pour m'annoncer le commencement de la totalité (car je tins les yeux protégés pendant le dernier quart d'heure afin de leur donner la sensibilité nécessaire pour l'emploi du photopolarimètre dont je n'eus pas besoin d'enlever le verre bleuté); il devait en outre lire les graduations à l'aide d'une lanterne, dont l'emploi fut d'ailleurs indispensable, et enfin manœuvrer la lunette photographique pour obtenir des clichés qui seront étudiés ultérieurement.

Voici les résultats des observations que j'ai faites :

La proportion de lumière polarisée est très sensiblement la même dans la région polaire et dans la région équatoriale; elle est très voisine de 50 pour 100; ce nombre est identique à celui qui a été donné par M. Landerer pour une région située dans l'écliptique à quelques secondes du bord solaire. Cette proportion élevée de lumière polarisée semble indiquer qu'une partie au moins de la lumière qui nous vient de la couronne a subi des réflexions ou des réfractions.

Avec le polariscope de Bravais, j'ai cherché les changements de teinte ou d'intensité, dans la zone polaire, dans la zone équatoriale et dans l'azimut de 45°, en donnant au nicol les deux orientations principales. Je n'ai dans aucun cas constaté de polarisation elliptique, ni avec le bilame que j'avais fait construire, ni avec le bilame ordinaire que j'avais substitué au précé-

(1) Il aperçut à cet instant le phénomène des grains de Baily.

dent un peu avant le troisième contact. On peut donc ajouter que les réflexions dont il vient d'être question n'ont pas le caractère de la réflexion métallique ou que les réfractions ne se produisent pas à travers des couches rendues biréfringentes.

Quelques secondes après la fin de la totalité, j'ai fait remarquer aux personnes qui m'entouraient la présence de franges mobiles qui, orientées sur le sol du Nord au Sud, se déplaçaient de l'Ouest à l'Est [1].

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur deux systèmes cycliques particuliers.* Note de M. A. DEMOULIN.

Envisageons l'enveloppe de sphères la plus générale dont les deux nappes se correspondent avec conservation des lignes de courbure, et conservons toutes les notations de notre Note du 31 juillet dernier.

Le cercle Γ d'intersection des sphères S_1 et S_2 engendre le système cyclique le plus général. Dans l'étude des systèmes cycliques, deux cas sont à distinguer suivant que le produit rr_1 est nul ou différent de zéro.

Supposons d'abord $rr_1 \neq 0$. Soient A_1, A_2 les points caractéristiques de la sphère S_1 et B_1, B_2 les points carctéristiques de la sphère S_2. Ces points appartiennent au cercle Γ et en sont les points focaux. Appelons α et β les sphères qui coupent orthogonalement le cercle Γ respectivement aux points A_1, A_2 et B_1, B_2; elles sont définies par les équations

$$(\alpha) \qquad \lambda\, x_5 + \xi\, x_4 + q\, x_3 = 0,$$

$$(\beta) \qquad \mu_1 x_5 + \eta_1 x_4 - p_1 x_3 = 0.$$

Les points caractéristiques de α sont situés sur une sphère passant par le cercle d'intersection de S_2 et de β et les points caractéristiques de β appartiennent à une sphère passant par le cercle d'intersection de S_1 et de α.

Envisageons maintenant le cas, particulièrement intéressant, où les sphères α et β sont orthogonales. Pour qu'il en soit ainsi, il faut et il suffit

---

[1] En terminant, je tiens à adresser tous mes remercîments à ceux qui ont facilité mon installation et tout spécialement à M. le Commandant du Génie espagnol, Sebastian Carsi, qui a bien voulu faire construire avant mon arrivée un abri destiné à recevoir mes appareils et à M. le Directeur de l'Instituto General y Technico de Burgos, D. Pedro Garate, qui m'a accordé la plus gracieuse hospitalité dans le jardin de l'Instituto.

que l'on ait, d'après les équations (α) et (β),

$$(1) \qquad -qp_1 + \xi\eta_1 + \lambda\mu_1 = 0.$$

Transcrivons ici les formules (A) de notre Note du 31 juillet

$$(\mathrm{A}) \quad \left\{ \begin{aligned} & \frac{\partial\xi}{\partial v} = -r\eta_1, \quad \frac{\partial\eta_1}{\partial u} = r_1\xi; \\ & \frac{\partial\lambda}{\partial v} = -r\mu_1, \quad \frac{\partial\mu_1}{\partial u} = r_1\lambda; \\ & \frac{\partial p_1}{\partial u} = -qr_1, \quad \frac{\partial q}{\partial v} = rp_1, \quad \frac{\partial r}{\partial v} - \frac{\partial r_1}{\partial u} = -qp_1 + \xi\eta_1 + \lambda\mu_1. \end{aligned} \right.$$

En rapprochant la relation (1) et la dernière de ces formules, on reconnaît que r et r_1 sont les dérivées partielles d'une même fonction et de là on conclut que *le cercle d'intersection des sphères* α *et* β *engendre un système cyclique*. Les six autres vitesses de la figure de référence mobile satisfont à deux relations qui, par un choix convenable de variables u et v, peuvent s'écrire

$$q^2 + \lambda^2 + \xi^2 = \text{const.}, \qquad p_1^2 + \eta_1^2 + \mu_1^2 = \text{const.}$$

Il nous reste à examiner le cas ou $rr_1 = 0$. Si l'on a, par exemple, $r_1 = 0$, les sphères S_1 sont en nombre simplement infini et *sur les surfaces qui coupent orthogonalement les cercles* Γ, *les lignes de courbure* $u =$ const. *sont des cercles géodésiques. En outre, le cercle d'intersection des sphères* S_1 *et* S_3 *engendre un système cyclique*.

En introduisant dans les équations (A) l'hypothèse $r_1 = 0$, on reconnaît immédiatement que η_1, μ_1, p_1 ne dépendent que de v; nous poserons

$$\eta_1 = f(v), \qquad \mu_1 = \varphi(v), \qquad p_1 = \psi(v)$$

et, pour définir intrinsèquement le système cyclique considéré, il restera à intégrer le système suivant :

$$\begin{aligned} \frac{\partial r}{\partial v} &= -q\psi(v) + \xi f(v) + \lambda\varphi(v), \\ \frac{\partial\xi}{\partial v} &= -rf(v), \\ \frac{\partial\lambda}{\partial v} &= -r\varphi(v), \\ \frac{\partial q}{\partial v} &= \quad r\psi(v). \end{aligned}$$

Nous sommes parvenu à résoudre cette question grâce à la Géométrie cayleyenne intrinsèque (voir à ce sujet, dans les *Comptes rendus*, notre Note du 8 août 1904).

Changeant les notations, écrivons comme il suit le système précédent :

$$(2)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\alpha}{\partial v} = r\beta - q\gamma - \xi\delta, \\ \dfrac{\partial\beta}{\partial v} = - r\alpha, \\ \dfrac{\partial\gamma}{\partial v} = q\alpha, \\ \dfrac{\partial\delta}{\partial v} = \xi\alpha. \end{cases}$$

Les inconnues sont maintenant α, β, γ, δ et il s'agit de mettre les fonctions de v : ξ, q, r sous une forme telle que le système puisse être intégré de la manière la plus générale.

On y parviendra en observant que ce système, où les inconnues α, β, γ, δ seront censées ne dépendre que de v, est celui que l'on a à intégrer lorsque l'on veut déterminer, en Géométrie cayleyenne, le mouvement d'un tétraèdre autopolaire par rapport à la quadrique fondamentale dans lequel les vitesses p, η, ζ sont nulles, les trois autres ξ, q, r étant arbitraires. Soient, comme dans la Note citée, O_1, O_2, O_3, O_4 les sommets du tétraèdre. En vertu des relations $p = \eta = \zeta = 0$, la droite O_4O_1 est tangente à la trajectoire du point O_4 et la caractéristique de la face $O_1O_4O_2$ est la droite O_4O_2, laquelle a dès lors une enveloppe. Ces résultats conduisent à la construction suivante du tétraèdre autopolaire le plus général satisfaisant aux conditions indiquées. Supposons qu'on ait exprimé, par des formules débarrassées de tout signe de quadrature, les coordonnées et l'arc cayleyen de la courbe la plus générale, problème qu'on sait résoudre par l'application de méthodes connues. On portera sur la tangente, en un point quelconque M de cette courbe, un segment MO_4 égal à l'arc cayleyen de la courbe. Cette droite portera le segment O_4O_2 et la tangente à la trajectoire du point O_4 portera le segment O_4O_1. Connaissant les droites O_4O_1 et O_4O_2, on achèvera facilement le tétraèdre. Cela posé, si l'on désigne par (x_i, y_i, z_i, t_i) les coordonnées du sommet O_i, (x_1, x_2, x_3, x_4), ..., (t_1, t_2, t_3, t_4) seront quatre solutions du système (2) et la solution $(\alpha, \beta, \gamma, \delta)$ la plus générale de ce système sera donnée par les formules

$$\alpha = U_1x_1 + U_2y_1 + U_3z_1 + U_4t_1,$$
$$\dots\dots\dots\dots\dots\dots,$$
$$\delta = U_1x_4 + U_2y_4 + U_3z_4 + U_4t_4,$$

dans lesquelles U_1, U_2, U_3, U_4 sont des fonctions arbitraires de u.

Lorsque $r = r_1 = 0$, toutes les lignes de courbure des surfaces orthogonales aux cercles Γ sont des cercles géodésiques et la détermination intrinsèque du système cyclique est intermédiaire.

Nous espérons pouvoir indiquer prochainement les résultats que nous avons obtenus en appliquant les formules (A) à l'étude de la belle propriété caractéristique des surfaces isothermiques que M. Darboux a fait connaître, en 1899, dans les *Comptes rendus*, et dans l'énoncé de laquelle intervient la sphère harmonique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la généralisation des fractions continues algébriques*. Note de M. **Auric**, présentée par M. Jordan.

Considérons p polynomes ou séries $S_1, S_2, S_3, \ldots, S_p$ ordonnés par rapport aux puissances décroissantes de la variable z et de degrés maxima respectifs

$$K, \quad K-i, \quad K-2i, \quad \ldots, \quad K-(p-1)i.$$

Divisons S_1 par S_p et poussons la division jusqu'à obtenir pour le quotient λ_p qui est de degré maximum $(p-1)i$ un polynome de $m+1$ termes de la forme

$$\lambda_p = A_p z^{(p-1)i} + B_p z^{(p-1)i-1} + \ldots + L_p z^{(p-1)i-m}.$$

Le reste R_{p+1} de la division sera évidemment de degré maximum $K-m-1$ et, en posant

$$R_{p+1} = (-1)^{p-1} z^{pi-m-1} S_{p+1},$$

on aura

$$S_1 = \lambda_p S_p + (-1)^{p-1} z^{pi-m-1} S_{p+1},$$

et il est clair que S_{p+1} sera un polynome ou une série de degré maximum $K-pi$.

On pourra diviser S_2 par S_{p+1} et il viendra comme précédemment

$$S_2 = \lambda_{p+1} S_{p+1} + (-1)^{p-1} z^{pi-m-1} S_{p+2},$$

et ainsi de suite.

On obtiendra de cette manière une suite limitée ou illimitée

$$S_1, \quad S_2, \quad S_3, \quad \ldots, \quad S_p, \quad S_{p+1}, \quad S_{p+2}, \quad S_{p+3}, \quad \ldots,$$

qui sera entièrement déterminée par la connaissance des p premiers termes et qui constitue la généralisation naturelle des fractions continues ordinaires pour lesquelles on a

$$p = 2.$$

En particulier, si $i=1$, $m=p-1$, on aura

$$S_1 = \lambda_p S_p + (-1)^{p-1} S_{p+1}.$$

Pour plus de simplicité je me placerai dans cette dernière hypothèse et je donne ci-après diverses propositions qui sont la généralisation de celles développées dans une précédente Communication.

Premier cas. — $\lambda_p = \lambda$, c'est le cas qui correspond à la fraction périodique simple. Dans ce cas les rapports successifs $S_1 : S_2 : S_3 : \ldots : S_p$ sont égaux à la racine de plus grand module de l'équation caractéristique

$$Y^p = \lambda Y + (-1)^{p-1}.$$

Ce rapport unique est en conséquence bien déterminé et convergent sur tout le plan complexe sauf sur les courbes ou portions de courbes formant coupure pour lesquelles l'équation ci-dessus possède deux ou plusieurs racines ayant le même module maximum.

Deuxième cas. — Admettons que, pour $n=\infty$, λ_p tende vers une limite bien déterminée λ et que l'équation caractéristique

$$Y^p = \lambda Y + (-1)^{p-1}$$

ait, quel que soit z, q racines ayant le même module maximum $(1 < q \leqq p)$.

Dans ce cas, si α_i est l'une quelconque de ces q racines, on aura sur tout le plan complexe

$$\frac{S_1}{P_1^1 \alpha_i + P_1^2 \alpha_i^2 + \ldots + P_1^p \alpha_i^p} = \frac{S_2}{\Sigma P_2^j \alpha_i^j} = \ldots = \frac{S_p}{\Sigma P_p^j \alpha_i^j},$$

les P_z^j $(j, z = 1.2\ldots p)$ étant des fonctions entières dont on peut déterminer une limite supérieure de l'ordre apparent et dont le déterminant est égal à l'unité.

Troisième cas. — λ_n a pour limite une quantité ou un polynome λ autre que ceux considérés dans le paragraphe précédent.

Dans ce cas, l'équation caractéristique

$$Y^p = \lambda Y + (-1)^{p-1}$$

a en général une racine α de module supérieur à toutes les autres, sauf cependant sur certaines courbes ou portions de courbes formant coupure. On aura alors sur tout le plan complexe (sauf sur ces coupures)

$$\frac{S_1}{P_1^1 \alpha + P_1^2 \alpha^2 + \ldots + P_1^p \alpha^p} = \frac{S_2}{\Sigma P_2^j \alpha^j} = \ldots = \frac{S_p}{\Sigma P_p^j \alpha^j},$$

les P_z^j étant, comme ci-dessus, des fonctions entières dont le déterminant est égal à l'unité.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Monge.*
Note de M. **Zervos**, présentée par M. Painlevé.

Dans une Note présentée le 13 juin 1905 à l'Académie des Sciences, M. Bottasso a donné une méthode pour la recherche d'une solution du problème de Monge relatif à l'équation $f(dy_1, dy_2, \ldots, dy_{n+1}) = 0$ à coefficients variables [1]. Il est parti d'une autre forme des équations :

$$(1) \quad \left\{ V = 0, \quad \frac{\Delta V}{\Delta \alpha} = 0, \quad \frac{\Delta^2 V}{\Delta \alpha^2} = 0, \quad \sum_{\lambda=1}^{n+1} \frac{\partial}{\partial y_\lambda} \left(\frac{\frac{\partial V}{\partial a_\rho}}{\frac{\partial V}{\partial a_n}} \right) dy_\lambda = 0 \quad (\rho = 2, 3, \ldots, n) \right.$$

que nous avons donnée dans une Note précédente (*Comptes rendus,* 10 avril 1905).

Les formes différentes des équations des courbes intégrales [2] au moyen desquelles on arrive aux équations (1), nous indiquent des propriétés communes à toute courbe intégrale. Je me propose d'indiquer ces formes et de faire à leur sujet quelques remarques.

1. A *toute courbe intégrale* conviennent les équations

$$F(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}; p_1, p_2, \ldots, p_n) = 0,$$
$$\frac{dy_1}{P_1} = \frac{dy_2}{P_2} = \ldots = \frac{dy_n}{P_n} = \frac{dy_{n+1}}{\Sigma p_i P_i}.$$

Pour les courbes caractéristiques, comme on sait, il faut adjoindre à ces équations les équations suivantes :

$$\frac{-dp_1}{Y_1 + p_1 Y_{n+1}} = \frac{-dp_2}{Y_2 + p_2 Y_{n+1}} = \ldots = \frac{-dp_n}{Y_n + p_n Y_{n+1}},$$

---

(1) Voir aussi un article de M. Goursat : *Sur le problème de Monge* (*Bulletin de la Société mathématique de France,* t. XXXIII, fascicule 3). Le manuscrit de cette Note a été remis à M. Painlevé à la fin de juillet, par conséquent avant l'apparition du Mémoire de M. Goursat.

(2) Nous entendons par *la courbe intégrale* toute courbe satisfaisant à l'équation

$$f\left(y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}, \frac{dy_2}{dy_1}, \frac{dy_3}{dy_1}, \ldots, \frac{dy_{n+1}}{dy_1}\right) = 0.$$

d'où l'on voit ce qui distingue les courbes caractéristiques de toute autre courbe intégrale ([1]).

2. Les $y_1, y_2, \ldots, y_{n+1}$ de *toute courbe intégrale* satisfont aux équations

$$(2)\quad \left\{ \begin{array}{l} \mathrm{V}=0, \quad \displaystyle\sum_{\lambda=1}^{n+1} \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial y_\lambda} dy_\lambda = 0, \quad \sum_{\lambda=1}^{n+1} \frac{\partial}{\partial y_\lambda} \left(\frac{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_i}}{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_k}} \right) dy_\lambda = 0 \\ \qquad (i=1,2,\ldots,n;\ k=1,2,3,\ldots,n). \end{array} \right.$$

3. Les conditions nécessaires et suffisantes auxquelles sont soumises les y de *toute courbe intégrale* peuvent se mettre sous la forme

$$(3)\quad \mathrm{V}=0, \quad \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_i} a'_i = 0, \quad \sum_{\lambda=1}^{n+1} \frac{\partial}{\partial y_\lambda} \left(\frac{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_i}}{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_n}} \right) dy_\lambda = 0 \quad (i=1,2,\ldots,n)$$

[des conditions (3) je déduis les conditions (1)]. En posant $\dfrac{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_i}}{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_n}} = -b_i$ et en différentiant, je prends pour les équations (3) les équations

$$(4)\quad \mathrm{V}=0, \quad \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_i} a'_i = 0, \quad \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_i} + b_i \frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_n} = 0, \quad b'_i + \sum_{k=1}^{n} \frac{\partial}{\partial a_k} \left(\frac{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_i}}{\frac{\partial \mathrm{V}}{\partial a_n}} \right) a'_k = 0.$$

Ce sont précisément les équations dont est parti M. Bottasso.

4. Les équations (3) nous montrent que, si l'on impose aux a la restriction d'être des constantes, les courbes intégrales correspondantes sont les caractéristiques de la surface correspondante. C'est un cas très particulier, mais on pourrait déduire des équations (2), (3) ou (4) des familles différentes des courbes intégrales si l'on assujettit les fonctions arbitraires a à d'autres relations convenablement choisies.

5. Dans la Note citée j'ai remarqué que, dans le cas où $n=3$, on ne peut pas dire que les équations $\mathrm{V}=0$, $\frac{\Delta \mathrm{V}}{\Delta \alpha}=0$, $\frac{\Delta^2 \mathrm{V}}{\Delta \alpha^2}=0$, $\frac{\Delta^3 \mathrm{V}}{\Delta \alpha^3}=0$ donnent la solution la plus générale, V étant le premier membre de l'équation $\mathrm{V}=0$,

---

([1]) Comparer DARBOUX, *Sur les solutions singulières des équations aux dérivées partielles* (*Mémoires des Savants étrangers à l'Académie*, 2e série, vol. XXVII, 1883, p. 25-26).

qui donne l'intégrale complète de l'équation adjointe. Je suis parvenu maintenant à démontrer une proposition beaucoup plus générale et qui me paraît assez intéressante, c'est la suivante : *il est impossible, en général, de déduire des équations* (1), (2) *ou* (3) *l'équation* $\frac{\Delta^3 V}{\Delta x^3} = 0$. On est donc conduit à se demander s'il existe ou non une fonction

$$V_1(y_1, y_2, y_3, \ldots, y_{n+1}; b_1, b_2, \ldots, b_n),$$

telle que les (1), (2) ou (3) puissent se mettre sous la forme des $n+1$ autres équations dont quatre sont les suivantes : $V_1 = 0$, $\frac{\Delta V_1}{\Delta b} = 0$, $\frac{\Delta^2 V_1}{\Delta b^2} = 0$, $\frac{\Delta^3 V_1}{\Delta b^3} = 0$.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les unités physiques de la matière albuminoïde et sur le rôle de la chaux dans leur coagulation.* Note de M. G. **Malfitano**, présentée par M. A. Laveran.

On sait que les matières albuminoïdes entraînent toujours des sels en se précipitant et même, dans les cas où cela est possible, en cristallisant. Les tentatives faites pour les débarrasser des cendres n'ont abouti qu'à diminuer la teneur, jamais à éliminer complètement ces radicaux inorganiques, qui constituent des sels où dominent les phosphates alcalins et alcalinoterreux.

Les analyses nombreuses qui ont été faites et que j'ai répétées avec des méthodes plus récentes, qui consistent surtout à doser comparativement les diverses matières dans les solutions entières et dans les liquides qu'on obtient après avoir séparé plus ou moins complètement les albuminoïdes par la précipitation ou par la filtration au travers de membranes en collodion, montrent que les unités physiques des albuminoïdes ont une composition et des propriétés qui varient d'une façon continue.

Elles ne peuvent donc être considérées ni comme des molécules non dissociables, ni comme des sels organiques; nous avons affaire à des micelles, c'est-à-dire à des agrégats de molécules peu ou pas du tout solubles, associées avec des électrolytes.

Une solution d'albumine coagulable prise à l'état naturel ou après lui avoir fait subir les manipulations les plus variées pour la purifier contient des micelles formées d'une matière organique complexe associée à des phosphates alcalins et alcalino-terreux qui

baignent dans un liquide contenant des électrolytes variés. Si, dans ce liquide intermicellaire, se trouvent des quantités suffisantes de bases ou d'acides, l'albuminoïde reste en solution; si on l'amène près de la neutralité, les albuminoïdes précipitent lentement à froid, rapidement par le chauffage. La présence de faibles quantités d'un sel alcalin neutre peut empêcher la précipitation à froid, mais jamais si l'on chauffe. La matière qui se précipite contient toujours des phosphates de chaux.

Si l'action des acides ou des bases a été plus profonde sur les albuminoïdes, comme cela a lieu par un chauffage prolongé ou par l'intervention d'une diastase, la nature des micelles doit changer, car elles ne sont plus précipitées en neutralisant l'acide ou la base, et, si on les sépare par des additions massives de sels neutres, elles contiennent des phosphates acides ou des phosphates alcalins et la teneur en chaux dans leurs cendres diminue jusqu'à faire défaut.

Il est probable que le mécanisme de la peptonisation par les acides (gastrique) ou par les alcalis (pancréatique) consiste essentiellement dans un changement de la nature des sels qui font partie des micelles des albuminoïdes.

Dans celles-ci, à des phosphates peu solubles et facilement précipitables où prédomine la chaux se substituent des phosphates acides ou des phosphates alcalins.

Dans la plupart des cas, dans les milieux albuminoïdes en digestion on observe la formation d'un dépôt constitué de matières organiques de nature albuminoïde riches en phosphates insolubles. J'ai pu constater que ce phénomène dépend de la quantité de sels de chaux contenus dans l'albuminoïde ou apportés par la diastase.

Les phénomènes de régression attribués au plasteïn-ferment et la formation de la dispeptone me paraissent dus à la précipitation par des sels de chaux.

Des phénomènes analogues doivent avoir lieu dans l'amilolyse, et les expériences de MM. Maquenne et Roux d'une part et de MM. Fernbach et Wolff de l'autre sur la rétrogradation de l'amidon gagneraient à être complétées par des recherches sur les rapports entre la matière organique et les phosphates alcalino-terreux.

BOTANIQUE. — *Influence de l'éclipse du* 30 *août* 1905 *sur quelques végétaux.* Note de M. Ed. Bureau.

M'étant trouvé le 30 août à la campagne, dans le département de la Loire-Inférieure (commune de Riaillé), et, aussi bien par manque de con-

naissances que par manque d'instruments, hors d'état de me livrer à des observations astronomiques, j'ai cru faire une chose utile et dans l'ordre de mes études habituelles, en cherchant quelle influence l'éclipse pouvait avoir sur certains végétaux; je veux parler de ceux dont les feuilles ou les fleurs exécutent, à l'approche de la nuit, des mouvements particuliers, et prennent, jusqu'au lendemain matin, une position différente suivant les espèces, mais toujours la même pour chacune. C'est ce qu'on a appelé le *sommeil des plantes*. Les végétaux ainsi influencés par l'obscurité, sans être rares, ne sont pas des plus nombreux. Ils sont très inégalement sensibles au décroissement de la lumière et exécutent leurs mouvements les uns au début du crépuscule, les autres presque à nuit close. Je me proposai donc d'examiner si l'obscurité causée par l'éclipse agirait sur certains végétaux capables de sommeiller que j'avais près de moi, et quels seraient les plus sensibles à cette privation de lumière.

Dans la localité où je me trouvais, l'éclipse n'était pas totale; cependant les quatre cinquièmes du Soleil étaient masqués. Le phénomène fut parfaitement visible, sauf pendant le passage rapide de quelques nuages dans la dernière phase.

Au moment du maximum, l'obscurité était à peine plus intense que celle d'un jour d'hiver par un temps très brumeux. Cependant, on la sentait plus opaque que si la lumière eût été simplement tamisée par des nuages.

Les végétaux que j'étais à même d'observer étaient les uns indigènes, les autres introduits, originaires de climats très tempérés, mais cultivés en pleine terre et vivant très bien ici sous l'influence du Gulf-Stream, tandis que l'on est obligé de les tenir à Paris en orangerie ou en serre froide.

Sur les végétaux indigènes, assurément moins sensibles, je ne pus noter aucun changement : les Liserons gardèrent leurs fleurs épanouies; les *Oxalis stricta* L. et *corniculata* L., qui, à cette époque de l'année, dès $4^h 30^m$ du soir, replient leurs feuilles et enroulent leurs pétales, gardèrent leurs feuilles étalées et leurs fleurs ouvertes.

Sur plusieurs plantes exotiques l'influence de l'obscurité fut légère : un Nénuphar de l'Amérique du Nord eut ses fleurs encore à demi ouvertes; le *Mimosa Julibrissin*, de Turquie, qui ferme ses feuilles chaque soir lorsqu'il fait presque nuit, avait ses folioles légèrement relevées, au lieu de les avoir étalées dans un même plan.

Mais cela n'était rien à côté de l'aspect que présentait l'*Acacia dealbata* Link, de l'Australie. C'est un arbre connu de tous les Parisiens; car, aux mois de février et de mars, on vend, en grande quantité, dans les rues, ses rameaux couverts de fleurs jaunes, que l'on expédie du Midi. Ici, il croît avec une vigueur étonnante. J'ai sous les yeux un pied âgé de 5 ans qui n'a pas moins de 5^m de haut. S'il survient un hiver plus rigoureux, cette espèce gèle jusqu'au pied exclusivement et repousse en taillis.

Les feuilles, d'un vert très gris, sont bipinnées et portent jusqu'à 23 paires de rachis secondaires, attachés à la face supérieure du rachis primaire. Les rachis de chaque

paire sont séparés à leur insertion par une grosse glande perforée au centre, qui est peut-être pour quelque chose dans le mouvement dont les feuilles sont douées. Dans l'état de veille, leur direction forme avec celle du rachis primaire un angle d'environ 55°. Les folioles, alternées, ont 3^{mm} de long sur moins de 1^{mm} de large. Elles sont très nombreuses, serrées, étalées dans le jour presque sur un même plan, et leur direction forme, avec le rachis secondaire qui les porte, un angle d'environ 50°. Or, vers le maximum de l'éclipse, les rachis secondaires étaient dirigés en avant, formant avec le rachis primaire un angle très aigu, et les deux rangées de folioles portées sur ces rachis secondaires étaient redressées et appliquées ou presque appliquées l'une contre l'autre, l'angle formé par chaque foliole avec le rachis d'où elle naît n'étant, du reste, pas sensiblement changé. C'est la situation des différentes parties de la feuille à l'état de sommeil.

Après le maximum de l'éclipse les feuilles reprirent graduellement leur position diurne et restèrent étalées jusqu'à 5^h30^m, heure où elles se replièrent de nouveau, pour effectuer leur sommeil ordinaire.

En somme, l'*Acacia dealbata* est une des plantes les plus sensibles à l'atténuation de la lumière et exécute complètement ses mouvements nocturnes lorsque d'autres espèces sommeillantes ne sont nullement influencées. Elle ne possède en rien la sensibilité au contact de la Sensitive, sensibilité bien différente, ainsi que l'a fait ressortir Paul Bert, de celle qui se manifeste par l'insuffisance des rayons lumineux.

Je dois ajouter que les feuilles du *Mimosa Julibrissin* et de l'*Acacia dealbata,* cueillies et placées sur une table, se sont repliées le soir et étalées le lendemain matin, comme si elles avaient encore tenu à l'arbre; mais elles se sont fermées vers le milieu du second jour et se sont desséchées dans la position du sommeil.

Lors de l'éclipse du 30 août, les animaux domestiques que j'ai pu voir : bœufs, chevaux, chiens, poules et même un jeune faisan, n'ont témoigné aucune inquiétude; mais plusieurs personnes ont remarqué (et cela m'a frappé aussi) que les animaux sauvages se sont cachés. On ne voyait ni entendait aucun oiseau, pas un insecte. Le silence était absolu et avait quelque chose de saisissant.

ZOOLOGIE. — *Sur l'évolution du foie.* Note de M. CAMILLE SPIESS, présentée par M. Yves Delage.

Dans une Note précédente [1], j'ai montré que la matière colorante accumulée par les cellules péritonéales de la Sangsue médicinale, et en partie

[1] *Comptes rendus,* séance du 31 juillet 1905.

éliminée par voie intestinale, présente les mêmes caractères chimiques que les pigments biliaires des vertébrés.

Des recherches expérimentales sur les fonctions de ces cellules péritonéales [1] (*tissu hépatique* de Moquin-Tandon), faites en vue de déterminer si les cellules pigmentées qui recouvrent le tube digestif de la sangsue représentent un foie rudimentaire, m'ont conduit à quelques conclusions générales sur la phylogénie de cette importante glande sur l'organisme animal.

Nous savons que l'appareil digestif des Vers se distingue essentiellement de celui des Invertébrés supérieurs et des Vertébrés par l'absence d'une glande annexée au tube digestif (hépato-pancréas, foie, pancréas), c'est-à-dire morphologiquement différenciée.

Ce fait est de nature à donner un vif intérêt à l'étude de la digestion chez ces animaux inférieurs, qui sont appelés à nous fournir de précieux documents sur la marche évolutive de cette fonction.

Le revêtement coloré du tube digestif (*zone verte* des auteurs), que l'on rencontre dans plusieurs groupes de Vers, constitue la première ébauche phylogénique du foie. Au point de vue morphologique, nous avons affaire ici à un *foie épithélial,* c'est-à-dire diffus.

Il est représenté par certaines cellules de l'épithélium intestinal des Polychètes, disséminées entre les cellules épithéliales glandulaires à sécrétion digestive.

Dans un stade ultérieur de son évolution, il y a tendance à l'individualisation morphologique de la glande hépatique, qui est le *cæcum hépatique.* Il est représenté en particulier par les appendices cæcaux du tube digestif des Aphroditiens.

Outre ces deux formes, qui représentent les stades tout à fait inférieurs de l'évolution morphologique du foie, et qui caractérisent en général le tube digestif des Vers, il existe chez les Hirudinées et les Oligochètes un revêtement particulier de cellules pigmentées, entourant leur tube digestif et en rapport également intime avec les vaisseaux sanguins. Les fonctions de ces cellules ont été longtemps méconnues, aussi ont-elles reçu un grand nombre de dénominations arbitraires.

J'ai montré que, chez la Sangsue médicinale, ces éléments, *cellules péritonéales de l'endothélium cœlomique* (Spiess), remplissent des fonctions d'excrétion et accumulent en outre un pigment biliaire, à la façon des cellules du foie des animaux supérieurs.

Les cellules péritonéales de la Sangsue médicinale représentent un rein au point de vue morphologique, mais remplissent une partie des fonctions qui, chez les Vertébrés, sont dévolues aux cellules de l'épithélium intestinal différenciées physiologiquement et morphologiquement en cellules hépatiques.

La présence de pigments biliaires chez la Sangsue médicinale est une

---

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 1905.

conséquence de son régime alimentaire (nutrition exclusive de sang, présence d'hématine dans le tube digestif); elle apporte une nouvelle preuve de l'origine hématique des pigments biliaires des animaux supérieurs.

PATHOLOGIE. — *Le clignement vibratoire des paupières et les affections rénales.* Note de M. G. **Ullmann**, présentée par M. Bouchard.

Le clignement vibratoire des paupières est, à ce que nous avons eu l'occasion de constater à maintes reprises, l'indice d'une affection aux reins, n'importe quelle en soit la cause. Ce signe pathognomonique se manifeste surtout lorsque l'affection est à son début, c'est-à-dire lorsqu'elle est encore bénigne, même lorsqu'elle n'est qu'une simple irritation.

Le clignement vibratoire se manifeste de préférence aux paupières supérieures, la plupart du temps à une seule paupière, rarement aux paupières inférieures ainsi qu'à la commissure externe. Lorsque cette dernière est le siège du clignement elle entraîne tout l'œil dans son mouvement vibratoire.

La durée des accès de clignement est de quelques minutes à 30 minutes et quelquefois davantage. L'accès se répète souvent pendant plusieurs jours et puis cesse. La manière de procéder n'est pas la même chez tous les individus. Chez certains les accès de clignement se répètent souvent avec plus ou moins d'insistance et de persistance tandis que chez d'autres c'est le contraire qui a lieu.

Le signe de clignement ne se montre pas infailliblement chez tous ceux atteints ou menacés d'une affection rénale. Il y a en cela, comme en toute chose, exception à la règle; mais là ou ce signe se montre il est l'indice d'une affection rénale déjà développée ou prête à se développer.

L'analyse des urines aidera beaucoup à vérifier le diagnostic et à prescrire la médication appropriée qui bientôt fera disparaître ce clignement ennuyeux.

Depuis plus de 10 ans que nous connaissons et que nous étudions ce signe pathognomonique nous n'en avons pu donner une autre explication que celle d'auto-intoxication dont les conséquences se manifestent sur l'appareil visuel et particulièrement sur les filets qui émanent de la cinquième paire et sur ceux qui viennent du facial. Nous trouvons notre théorie d'auto-intoxication un peu confirmée en cela que la plupart du temps la myose accompagne le clignement vibratoire des paupières.

GÉOLOGIE. — *La dissolution directe des silicates de la terre arable et les expériences de Daubrée*. Note de M. L. Cayeux, présentée par M. Barrois.

On enseigne depuis longtemps que les minéraux silicatés de la terre arable, susceptibles de s'altérer, fournissent en se décomposant des solutions minérales qui servent à la nutrition des végétaux. Dans les travaux qu'ils ont consacrés cette année à la constitution de la terre arable, MM. Delage et Lagatu ont admis que ces minéraux subissent une dissolution directe, que des solutions de feldspath, de mica, etc. peuvent s'élaborer dans les roches, et que les plantes s'alimentent aux dépens de ces solutions de minéraux. Cette nouvelle conception ne s'appuie sur aucun fait d'observation ou d'expérience. En soumettant les travaux de MM. Delage et Lagatu à une étude critique, j'ai fait remarquer qu'avant d'introduire dans la chimie agricole la notion de dissolution directe des silicates complexes de la terre arable, il conviendrait de s'assurer que ces silicates peuvent se dissoudre tels quels, que des dissolutions de mica, de feldspath, etc. prennent naissance dans le sol. C'est pour répondre à cette critique que MM. Delage et Lagatu ont écrit dans les *Comptes rendus* (séance du 5 juin) :

« Des expériences, dont on ne tient aucun compte dans les objections qu'on nous a faites, sont probantes pour ce qui concerne la dissolution des feldspaths, objet principal du litige.

» Daubrée a montré que l'orthose livre à l'eau pure, non seulement sa potasse, mais aussi sa silice et son alumine; ces deux derniers corps se séparent ensuite à l'état d'hydrates colloïdaux, *absorbant* une partie de la potasse dissoute. »

J'estime que les expériences de Daubrée, qui fournissent à MM. Delage et Lagatu l'unique point d'appui de leur conception, ont été invoquées à tort. Daubrée a dégagé la portée de ses belles recherches en des termes qui ne laissent aucun doute à ce sujet (¹) :

« J'ai constaté moi-même dans mes premières expériences que, dans leur trituration sous l'eau, les roches feldspathiques ne produisent pas seulement des galets, du sable et du limon, mais que leur division mécanique est accompagnée d'une décomposition

(¹) Daubrée, *Études synthétiques de Géologie expérimentale*, 1879.

chimique qui se décèle par la présence d'une certaine quantité d'alcali où s'opère le mouvement (p. 268).

» On savait, ajoute Daubrée, par les recherches de Berthier et de Forchhammer sur les kaolins, et surtout par les belles études d'Ebelmen, que les minéraux silicatés qui renferment de la potasse, comme le feldspath, abandonnent une partie de leur alcali à l'état soluble, lorsqu'ils se décomposent spontanément sur place. Les faits qui précèdent montrent que, derrière ce fait en apparence si simple de la division mécanique des roches par le frottement et la trituration, se cache une action chimique lente et graduelle, assez énergique pour décomposer un minéral résistant à l'action des acides et des plus stables que nous connaissions. On se trouve ainsi en présence d'une nouvelle cause d'élimination de la potasse qui est tenue en réserve dans divers silicates, et du passage continuel de cet alcali à l'état de dissolution dans les eaux qui se meuvent à la surface des continents et par l'intermédiaire desquelles il peut être absorbé par les végétaux » (p. 278-279).

Toutes les expériences faites par Daubrée sur les feldspaths, en présence de l'eau pure, de l'eau salée, de l'eau chargée d'acide carbonique, ont abouti à la décomposition du feldspath, et non à sa dissolution. Elles ont montré que ce n'est pas le feldspath orthose tout entier, c'est-à-dire le silicate d'alumine et de potasse, qui se dissout, comme l'exige la conception de MM. Delage et Lagatu, mais les éléments constituants du feldspath, libres ou figurant en partie dans de nouvelles combinaisons.

Bref, les expériences de Daubrée, invoquées par MM. Delage et Lagatu, loin d'appuyer leur hypothèse de la dissolution directe des silicates de la terre arable, sont en tous points favorables à la notion que je désire faire prévaloir — celle de l'élaboration de solutions minérales, consécutive de la décomposition des silicates.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Trombe du 28 août 1905 à Saint-Maur et à Champigny (Seine).* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Une trombe s'est abattue sur le territoire des communes de Saint-Maur et de Champigny le 28 août; sa direction était de WSW à ENE. Elle semble s'être formée au sud de Saint-Maurice, sur le domaine de Charentonneau; entrée dans la boucle de Marne aux environs de l'usine municipale des eaux, où sont constatés les premiers dégâts, elle a traversé Saint-Maur sur le quartier de l'église, en est sortie près de l'ancienne *pompe à feu*, et a gagné le plateau de Champigny, où elle s'est éteinte avant le village de Villiers, ayant ainsi parcouru environ 5^{km} en 25 minutes, de $3^h 10^m$ à $3^h 35^m$ du soir.

Les dégâts sont considérables dans la portion de la trajectoire comprise entre Saint-Maur et le cimetière de Champigny. A Saint-Maur, sur la place de la Pelouse, un énorme tilleul a été arraché parmi d'autres plus ou moins maltraités; les maisons avoisinant l'église ont eu leurs toitures enlevées et leurs cheminées abattues; dans les jardins, de nombreux arbres ont été tordus ou déracinés, et de même plus au nord, au bord de la Marne; le réseau téléphonique et celui de l'éclairage électrique ont été fortement endommagés par suite de la rupture des fils ou de la chute de poteaux. De l'autre côté de la rivière, un cabaret a beaucoup souffert; un hangar et un kiosque ont été entièrement démolis et les matériaux dispersés au loin dans la direction du nord-est, avec les tables et les chaises de la terrasse; un bateau de pêcheur, à fond plat, posé sur le sol près du chemin de halage, a été enlevé, et réduit en morceaux projetés à plus de 100^m de distance, également au nord-est; on n'a malheureusement aucun témoin du passage du tourbillon sur la Marne.

A la traversée de la route de Joinville, plantée d'arbres, deux énormes acacias ont été arrachés; une personne a été blessée mortellement par la chute d'une branche. Dans le cimetière de Champigny, une centaine de monuments funéraires sont plus ou moins endommagés; les directions dans lesquelles les pierres tombales, les entourages, les arbres, ont été renversés et quelquefois transportés à distance, montrent très nettement que le mouvement de rotation de la trombe était en sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. Plus loin, boulevard de Nogent, une voiture chargée de paille a été renversée sur le charretier qui la conduisait.

Le phénomène a été observé de l'observatoire du Parc Saint-Maur, alors qu'il avait effectué déjà la moitié de sa course; son passage était accompagné d'un bruit qu'on a comparé à celui d'une batterie d'artillerie entraînée au galop sur une route pavée. A la base d'un nimbus très étendu pendait le cône renversé caractéristique des trombes. La partie inférieure de ce cône se confondait en un tourbillon de feuilles et de menus débris de toutes sortes, soulevés du sol ou provenant des arbres.

Un centre de dépression passait alors sur le sud de l'Angleterre. Au Parc Saint-Maur, le baromètre, déjà en baisse de 11^{mm} depuis la veille au soir, était à $745^{mm},4$ (altitude, $50^m,3$); à $3^h 5^m$, le mouvement de baisse s'est accentué; puis à $3^h 10^m$, heure correspondant au début de la trombe, la pression s'est élevée brusquement de $0^{mm},5$, pour redescendre ensuite plus lentement. Le vent était SSW assez fort, et la température de 15°. Ces deux éléments n'ont subi aucune variation pendant le phénomène, qui, à son point le plus rapproché, passait à 1^{km} au nord de l'observatoire. La trombe a été précédée d'une forte pluie et d'un orage dans la matinée, une averse est encore tombée après sa disparition; on a recueilli 27^{mm} d'eau dans la journée.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les observations météorologiques faites à Constantine pendant l'éclipse du 30 août 1905.* Note de MM. **Henry de la Vaulx** et **Joseph Jaubert**, présentée par M. Mascart.

Des observations météorologiques très complètes ont été faites à Constantine pendant l'éclipse du 30 août :

1° A l'Hôpital militaire (altitude 660^m) où une station avait été installée;

2° En ballon, à bord du *Centaure*, les 30 août et 3 septembre;

3° A l'aide d'un ballon-sonde.

Un premier dépouillement des observations permet déjà les remarques suivantes :

Pression barométrique. — Les variations ont été très faibles, le baromètre a monté lentement du 28 août au 4 septembre, la dénivellation totale a atteint 7^{mm}, mais pendant l'éclipse la baisse de la pression a été seulement de quelques dixièmes de millimètre, et le statoscope a montré que ce mouvement a été sans secousse ni saccade.

Température. — Elle a été très élevée, chaque jour les maxima ont dépassé 30°, à plusieurs reprises ils ont atteint 35° et 36°; au moment de l'éclipse la température a baissé de 5° à la station de l'Hôpital militaire; pendant l'ascension, la variation a été faible, on a cependant ressenti au moment du passage de la totalité des effets de condensation suffisants pour déterminer une descente brusque de l'aérostat de 300^m; dans les couches supérieures le refroidissement a varié, suivant les altitudes, de 3° à 4°. Au cours de l'ascension comparative (3 septembre) on a constaté que la température avait un abaissement progressif de 25° à 15° de terre jusque vers 1300^m; de 1300^m à 2100^m le thermomètre a marqué presque constamment 15°, et enfin, de 2250^m à 3000^m, la décroissance a été de 14° à 10°, alors que pendant ce second voyage la température observée à Constantine se maintenait sans écarts sensibles au voisinage de 25°.

Humidité. — A terre l'humidité est descendue jusqu'à 0,10, mais dans les couches supérieures le degré hygrométrique a été plus élevé; de 18 au début de l'éclipse, il s'est élevé progressivement à 0,32 à la fin.

Vent. — Le mouvement tournant du vent a été très caractéristique, non seulement il a été observé à terre, mais encore la trajectoire de la marche suivie par le ballon montre que celui-ci a suivi en quelque sorte une portion de cercle de 270°. Poussé au début par un courant sud-est, le ballon a été entraîné ensuite par des courants qui venaient du sud, du sud-ouest, de l'ouest, du nord-ouest, du nord et enfin du nord-est. Aussitôt après l'éclipse on a remarqué que le vent revenait à sa direction initiale.

Les phénomènes généraux ont été particulièrement étudiés; pendant l'éclipse, l'aérostat planait de 2000^m à 2500^m; vus de cette hauteur les paysages algériens revêtaient une teinte grisâtre, et les champs apparais-

saient couleur terre de Sienne de plus en plus foncée à mesure qu'approchait la zone de totalité. L'obscurité a été plus grande à 2500^m qu'à terre : en effet, à aucun moment les observateurs de la station de l'Hôpital militaire n'ont dû recourir à l'emploi de la lumière artificielle pour la lecture des instruments, tandis qu'en ballon au moment de la totalité on a fait usage d'une lampe électrique.

Les stries et ombres qui précédèrent et suivirent la phase totale n'ont pu être observées en ballon, on a seulement remarqué quelques ondulations plus ou moins nébuleuses impossibles d'ailleurs à mesurer; la station de terre a été plus favorisée.

Les stries et ombres ont été vues sous trois aspects différents et ont duré environ 20 secondes avant et après la totalité de l'éclipse; les ombres avaient la forme de longues langues d'aspics isolées les unes des autres, ayant un mouvement irrégulier de va-et-vient, se tordant immédiatement après leur apparition pour se former en croissants réguliers et ayant mêmes dimensions entre eux. Après une ou deux secondes ceux-ci se sont, dans leurs mouvements, orientés de telle façon que la partie intérieure convexe de l'un était le prolongement de la partie extérieure concave de l'autre, ce qui a donné à cette ombre l'aspect d'une longue langue tordue en forme de tire-bouchon, ayant un léger mouvement de va-et-vient longitudinal. Ces ombres sinueuses avaient sur le plan horizontal la direction NE-SO; pendant la période de miroitement, 6 à 7 secondes avant et après l'éclipse totale, on a pu remarquer sur les stries sinueuses certaines ombres faisant avec celles-ci un angle de 25° environ toujours dans la même direction et qui avaient la forme de longues barres ayant une largeur de 6^{cm} à 7^{cm}, séparées entre elles par des bandes éclaircies d'environ dix fois plus larges parallèles entre elles. La marche de ces bandes, régulière et bien déterminée, était OS avant l'éclipse et de direction inverse après.

Les observations actinométriques ont accusé un affaiblissement considérable des radiations, et après l'éclipse elles sont demeurées moindres qu'elles n'avaient été avant.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le phénomène des ombres volantes.* Note de M. **Lucien Libert**, présentée par M. Painlevé.

Nous avons, lors de l'éclipse totale de Soleil du 30 août, observé à Tripoli de Barbarie le phénomène encore si mal connu des ombres volantes.

Nous avions, à ce sujet, étendu, sur la terrasse où nous observions, une pièce d'étoffe de 25^{m^2} selon les instructions de M. Bigourdan.

Les ombres ont été aperçues, pour la première fois, 6 minutes avant la totalité à $2^h 39^m$. Elles avaient l'aspect de bandes alternées d'ombre et de lumière se déplaçant dans un sens perpendiculaire à leur direction.

Les bandes d'ombre ne présentaient pas une netteté absolue, mais étaient plutôt formées de rectangles tour à tour sombres et éclairés. A plusieurs reprises nous avons eu la sensation de l'ombre d'un serpentin agité par le vent.

La direction relevée par des flèches indiquant le sens de leur déplacement était :

Vers le S. 30° E. pour les premières ombres observées à $2^h 39^m$.

Vers le S. 10° E. pour les secondes ombres observées à $2^h 41^m 15^s$.

Vers le S. 45° E. pour les troisièmes ombres observées à $2^h 51^m$ après la totalité.

Les bandes avaient l'orientation suivante :

Les premières du N. 60° E. au S. 60° O.

Les secondes du N. 80° E. au S. 80° O.

Les troisièmes du N. 45° E. au S. 45° O.

Nous avions pris la précaution, pour repérer exactement la direction du vent, de lancer des montgolfières de 2^m de diamètre. Celles qui correspondent aux heures d'observation des ombres ont pris les directions suivantes :

$2^h 30^m$	S. 35° E.
2.45	S. 43° O.
3. 0	S. 60° O.

Au moment où elles quittaient la terre les montgolfières suivaient la direction Est-Ouest, sens dans lequel étaient évités les bâtiments en rade.

Ce n'est que dans les régions supérieures de l'atmosphère qu'elles ont pris une direction se rapprochant plus du Sud.

Peut-être serait-il intéressant de rapprocher cette direction du vent dans les couches supérieures de la direction des bandes d'ombre.

Le phénomène nous a paru avoir une ressemblance frappante avec celui qui est produit sur le mur d'une chambre opposé à une fenêtre dont les persiennes sont closes et donnent sur la mer.

La réflexion de la lumière sur la mer à travers les lames des persiennes donne sur le mur des bandes alternées d'ombre et de lumière semblant se déplacer dans un sens perpendiculaire à leur direction.

PHYSIQUE DU GLOBE. — MM. **Kilian** et **Paulin** adressent de Grenoble, à la date du 8 septembre, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré aujourd'hui, $1^h 57^m 35^s$ matin méridien Paris, secousse sismique direction Sud-Est.

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 aout 1905.

Etat indépendant du Congo. Mission Émile Laurent (1903-1904). *Énumération des plantes récoltées par Émile Laurent, avec la collaboration de M. Marcel Laurent, pendant sa dernière Mission au Congo,* par E. de Wildeman; 1er fascicule, p. 1-112, pl. I-XXXVIII. Bruxelles, imp. F. Vanbuggenhoudt, 1905; 1 fasc. in-4°.

Conflits de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux, par L. Errera. 1 fasc. in-8°. (Hommage de Mme Vve L. Errera.)

Bulletin du Musée océanographique de Monaco. N° 42 : *Further Notes on the « Schizopoda »,* by Dr H.-J. Hansen. N° 43 : *Analyse des échantillons d'eau de mer recueillis pendant la campagne du yacht « Princesse-Alice » en* 1904, par G.-H. Allemandet. N° 45 : *Cours d'Océanographie fondé par S. A. S. le Prince Albert de Monaco;* Leçons faites par M. le Prof. L. Joubin. Monaco, 1905; 3 fasc. in-8°.

Le traitement de l'hypertrophie sénile de la prostate, par A. Guépin. Paris, Félix Alcan, 1905; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

The gales from the Great Lakes to the Maritime Provinces, prepared under the direction of R.-F. Stupart, Director Meteorological Service of Canada, by B.-C. Webber. Ottawa, Government printing Bureau, 1905; 1 fasc. in-8°.

Progetto di riforma della nomenclatura chimica dei corpi organici; Memoria dal Prof. Silvestro Zinno. Naples, 1905; 1 fasc. in-4°.

Nouvelle langue internationale, par Eugène Sourine; livraisons I, II. Kiev, 1896, 1898; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société hongroise de Géographie; t. XXXI, fasc. 1-4; t. XXXIII, fasc. 6. Budapest, 1903-1905; 4 fasc. in-8°.

Verhandlungen der Russisch-kaiserlichen mineralogischen Gesellschaft zu Sanct-Petersburg, série II, Bd. XLII, Lief. 1. Saint-Pétersbourg, 1904; 1 vol. in-8°.

Bulletins du Comité géologique; t. XXIII, nos 1-6. Saint-Pétersbourg, 1904; 5 fasc. in-8°.

Mémoires du Comité géologique; nouvelle série, livraisons 14, 15, 17. Saint-Pétersbourg, 1904; 3 fasc. in-4°.

Explorations géologiques dans les régions aurifères de la Sibérie : Région aurifère de l'Amour, livraison IV. *Région aurifère d'Iénisséi,* livraison V. Saint-Pétersbourg, 1904; 2 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 septembre 1905.

Conférences publiques sur l'Indo-Chine, faites à l'École coloniale pendant l'année 1904-1905. Paris, imp. de la *Dépêche coloniale,* s. d.; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'un des auteurs, M. J.-M. Bel.)

The Amana meteorites of february 12, 1875, by GUSTAVUS DETLEF HINRICHS, with 16 plates. Saint-Louis, Mo., U. S., 1905; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The halogen hydrides as conducting solvents; parts I-IV, by B.-D. STEELE, D. MC INTOSH and E.-H. ARCHIBALD. (*Phil. Trans.*, A, vol. CCV, 1905, p. 99-167.) Londres; 1 fasc. in-4°.

The atomic weight of chlorine : an attempt to determine the equivalent of chlorine by direct burning with hydrogen, by HAROLD-B. DIXON and E.-C. EDGARD. (*Phil. Trans.*, A, vol. CCV, 1905, p. 169-200.) Londres; 1 fasc. in-4°.

Permo-carboniferous plants and vertebrates from Kashmir, by A.-C. SEWARD and SMITH WOODWARD : *Palæontologia indica*, new series, vol. II. Memoir n° 2. Calcutta, The Geological Survey of India, 1905; 1 fasc. in-f°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 SEPTEMBRE 1905.

List of Members of the British astronomical Association, september 1905. Londres, 1905; 1 fasc. in-8°.

Die Polhöhe von Potsdam; Heft III, mit zwei lithographierten Tafeln. (*Veröffentlichung der königl. preussischen geodätischen Institutes*, neue Folge, n° 20.) Berlin, 1905; 1 fasc. in-4°.

Seismometrische Beobachtungen in Potsdam, in der Zeit vom 1 *Januar bis* 31 *Dezember* 1904, von O. HECKER. (*Veröffentlich. der k. preuss. geodätischen Institutes*, neue Folge, n° 21.) Berlin, 1 fasc. in-4°.

Faune entomologique de l'Afrique tropicale; t. I, fasc. 2 : *Rhynchota Æthiopica*, par H. SCHOUTEDEN; II. *Arminæ et Tessaratominæ*. (*Annales du Musée du Congo*; série III : *Zoologie*, fasc. II.) Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-f°.

Heredity of coat characters in guinea-pigs and rabbits, by W.-E. CASTLE. (*Carnegie Institution of Washington*, publication n° 23; 1905.) 1 fasc. in-4°.

Stages in the developement of « Sium cicutæfolium », by GEORGE HARISSON SHULL. (*Carnegie Institution of Washington*, publication n° 30; may 1905.) 1 fasc. in-8°.

Mutans and hybrids of Œnotheras, by D.-T. MACDOUGAL, assisted by A.-M. VAIL, G.-H. SHULL and J.-K. SMALL. (*Carnegie Institution of Washington*, publ. n° 24, 1905.) 1 fasc. in-4°.

The Flora of the Presidency of Bombay, by THEODORE COOKE; t. II, part 2 : *Boraginaceæ to Verbenaceæ*. Londres, Taylor et Francis, 1905; 1 fasc. in-8°.

Reports of the Sleeping Sickness Commission of the Royal Society; n° VI. Londres, 1905; 1 vol. in-8°.

Year Book of the Michigan College of Mines, 1904-1905; publ. by the College, Houghton, Mich., 1905; 1 vol. in-12.

Views at the Michigan College of Mines. Houghton, Mich., s. d.; 1 fasc. in-12, oblong.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Note préliminaire sur l'observation de l'éclipse totale du Soleil du* 30 *août* 1905, *à Burgos*. Note de M. **H. Deslandres.**

J'ai été chargé par le Bureau des Longitudes d'organiser et de conduire à Burgos (Espagne) une mission astronomique pour l'observation de l'éclipse totale du Soleil du 30 août.

La mission devait comprendre d'abord, outre le chef de mission, MM. Kannapell et d'Azambuja, astronomes assistants; puis à la mission se se sont joints M. Fabry, professeur à la Faculté de Marseille, bien connu pour ses beaux travaux de spectroscopie, qui est venu avec ses propres appareils et un programme particulier; M. Jean Becquerel, assistant de Physique au Muséum; M. Bernard, ingénieur des Arts et Manufactures, attaché depuis deux ans comme volontaire à l'Observatoire de Meudon, et Mme Bernard; M. Blum, instituteur à Paris, membre du Conseil de la Société astronomique, et M. Sausot, étudiant. Enfin deux jours avant l'éclipse est arrivé M. Fouché, agrégé de l'Université, Vice-Président de la Société astronomique, qui n'a préparé aucune expérience, mais s'est chargé de compter le temps pendant la totalité.

La mission s'est établie à Villargamar, à 3^{km} de Burgos, dans un endroit bien dégagé vers le Sud, et protégé contre les vents du Nord, à côté d'une petite ferme qui a mis à sa disposition deux grandes pièces, transformées en laboratoires. Elle a installé trois appareils principaux (à savoir : un cælostat à trois miroirs, une grande table équatoriale, un équatorial de 8 pouces) et quelques autres appareils plus petits.

Toutes les expériences préparées se rapportaient à des sujets nouveaux ou offraient des dispositions nouvelles par rapport aux éclipses précédentes.

Elles ont été choisies de manière à donner le mieux possible les formes, les mouvements radiaux et l'intensité lumineuse des parties de l'atmosphère extérieure au bord, qui sont observables seulement pendant les éclipses, c'est-à-dire de la couche gazeuse renversante, des gaz particuliers à la couronne et des particules à spectre continu, disséminées dans l'atmosphère entière qui constituent presque exclusivement la couronne.

Mais, le jour de l'éclipse, le temps n'a pas été favorable. Au moment de la totalité, le ciel était couvert de nuages bas, épais, à marche rapide, laissant entre eux seulement de faibles éclaircies. Les deuxième et troisième contacts, qui sont les plus importants, n'ont pu être observés; vers le milieu de la totalité, et pendant une minute, une éclaircie s'est produite; et la couronne s'est montrée, encore diminuée par des voiles blancs interposés et notablement plus faible que la couronne de 1900, observée aussi en Espagne, mais par un temps magnifique.

En résumé, pour la mission, la durée de la totalité a été réduite à 1 minute; mais cette minute a été bien employée et a permis d'obtenir quelques résultats nouveaux et intéressants. Cependant les expériences nouvelles sur le spectre éclair préparées par MM. Fabry et Jean Becquerel, et une expérience de M. Kannapell sur le même sujet n'ont pas été possibles, puisque les deux contacts n'ont pas été visibles; de même les appareils sur la rotation de la couronne qui exigent une longue pose n'ont donné aucun résultat.

Par contre, M. Fabry a pu faire une observation photométrique sur la lumière totale de la couronne, et une observation sur l'éclat d'un de ses points. M. Bernard, qui disposait d'un photomètre spécial, destiné à comparer les éclats de la lumière circumsolaire, dans les diverses phases du phénomène, a pu faire aussi une mesure pendant la totalité.

M. d'Azambuja a pu faire des mesures dans le spectre calorifique de la couronne avec un appareil puissant et il a trouvé des nombres notablement inférieurs à ceux obtenus sous ma direction en 1900 par M. Charbonneau. Ce résultat, dans l'état actuel de la question, est fort intéressant. D'autre part, M. Sausot, qui opérait avec un appareil tout différent sur le même sujet, a eu des résultats plus difficiles à interpréter.

M. Kannapell avait à photographier la couronne polarisée par réflexion, dans des conditions qui assurent la netteté des images; il a obtenu quatre épreuves sur les seize qui avaient été préparées.

Il a obtenu aussi une image de la couronne avec un spectrographe et la seule raie verte λ 530, image qui donne cette couronne aux pôles du Soleil, et qui à ce point de vue est nouvelle.

M. Blum devait faire de grandes photographies de la couronne, avec des écrans colorés qui ne laissent passer aucune radiation gazeuse des protubérances, et dans le but de reconnaître si les protubérances émettent réellement un spectre continu plus intense que les régions voisines. Or, il a pu obtenir deux belles épreuves de la couronne intérieure, qui permettront, par comparaison avec les épreuves ordinaires, de résoudre la question.

Tous ces différents résultats seront présentés avec détails dans des Notes ultérieures.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'éclipse du* 30 *août* 1905. Note de M. **H. Andoyer**, présentée par M. Deslandres.

La Faculté des Sciences et le Conseil de l'Université de Paris ont bien voulu me confier la mission d'observer l'éclipse du 30 août dernier.

J'étais installé à cet effet à El-Arrouch, à 32^{km} de Philippeville, et j'ai été favorisé par un très beau temps. Mon seul but était d'obtenir des photographies directes du phénomène, aussi nombreuses que possible. L'appareil employé a été construit par M. P. Gautier et m'a donné entière satisfaction : c'est un objectif photographique de 14^{cm} d'ouverture et de 60^{cm} de foyer, muni de deux chambres d'agrandissement, grossissant respectivement 3 et 8 fois; chacune de ces chambres porte un magasin pouvant contenir trente plaques. L'instrument peut être facilement orienté à l'aide de deux mouvements de rappel.

J'ai pu obtenir, avec le concours dévoué de M. P. Arents, héliographe, quarante-quatre clichés, dont onze pendant la totalité. J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques-uns d'entre eux. Il y en a deux qui présentent le phénomène de renversement dû à une surexposition; ils ont été obtenus de 1 à 2 minutes seulement avant le commencement de la totalité; le dernier porte une silhouette de la couronne.

La couronne se présente, ainsi qu'il était prévu, sous la forme très régulière, caractéristique de l'époque de maximum des taches; sa largeur ne dépasse guère le rayon du Soleil; diverses protubérances sont nettement visibles.

M. Mourot, professeur au collège de Philippeville, a fait quelques observations météorologiques et a observé les ombres volantes; je signalerai seulement que le thermomètre à l'ombre, qui marquait d'abord 34°, est tombé à 28°.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse solaire du* 30 *août* 1905 *à Athènes.* Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. Lœwy.

Dans l'observation de l'éclipse de Soleil du 30 août 1905 nous avons employé, pour la première fois, le nouvel équatorial Gautier ($0^m,40$) de 5^m de distance focale, récemment installé sous sa nouvelle coupole; notre aide, M. N. Terzakis, a observé le phénomène avec le télescope Ionidis ($0^m,20$).

Le ciel était très pur et sans nuages jusqu'à l'horizon. Le premier contact fut noté à $2^h16^m21^s$ et le dernier à $4^h33^m21^s$; le calcul fait avec des éléments puisés dans la *Connaissance des temps* avait donné les heures suivantes : $2^h16^m18^s,7$ et $4^h33^m39^s,0$.

Avant et après l'observation de ces contacts extérieurs on a tenté d'apercevoir le contour du disque lunaire projeté sur la couronne solaire; mais on n'a pas pu le distinguer.

Le disque lunaire, avançant graduellement sur celui du Soleil, paraissait sensiblement lumineux; on le distinguait très nettement pendant toute la durée du phénomène. Cependant, au moment où la Lune occultait en partie le noyau des taches, son disque paraissait au moins aussi obscur ou un peu plus noir que celui-ci, donc la lumière émise par le noyau des taches solaires est au moins aussi intense que la lumière cendrée de la Lune à l'époque de son maximum.

Autour du contour du disque de la Lune on n'a aperçu aucune trace de halo; de même aucune déformation des taches ne fut remarquée au moment de leur occultation par la Lune.

Le bord concave du croissant solaire a été vu, par nous dans notre réfracteur ainsi que par M. Terzakis avec le télescope, plus brillant que le bord convexe et le reste du disque solaire. Le même bord intérieur nous a paru plus net que le bord extérieur du croissant lumineux; aucune déformation des cornes de ce croissant ne fut observée. La lumière du jour a commencé à baisser sensiblement un peu avant le milieu de l'éclipse; au moment de la plus grande phase du phénomène qui, suivant le calcul, devait avoir lieu à $3^h28^m20^s,4$ et couvrir les 0,81 du diamètre solaire, la diminution de la lumière du jour était considérable; on eût dit qu'un cirrus très épais avait couvert le Soleil. Les objets terrestres ont pris une teinte plombée, livide; le surbaissement du ciel fut sensiblement augmenté et sa couleur est devenue plus foncée.

La température de l'air, dont le maximum a eu lieu à 1^h50^m, baissait depuis ce moment légèrement jusqu'à 3^h; pendant cet intervalle de temps elle a diminué de 1°,5. Ensuite elle a baissé rapidement de 2°,7 jusqu'à 3^h25^m; après ce moment elle a com-

mencé à s'élever jusqu'à 6^h du soir. La température a donc diminué en tout, pendant le passage de l'ombre, de $4^\circ,2$.

L'humidité relative s'est élevée lentement d'abord et ensuite plus rapidement; de $2^h 20^m$ jusqu'à $3^h 10^m$ elle est montée de 17 unités; depuis ce dernier moment jusqu'à 4^h elle a diminué de 6 unités.

La direction et la vitesse du vent ont été modifiées aussi pendant l'éclipse; de 2^h à $2^h 30^m$ le vent avait une direction WSW et une vitesse de 10^m; de $2^h 30^m$ à 3^h sa direction était SW et sa vitesse de 9^m; de 3^h à 6^h il a tourné au S et sa force a diminué jusqu'à $6^m,5$. La pression barométrique n'a pas été sensiblement affectée par l'éclipse. Toutes ces observations météorologiques ont été faites avec des instruments enregistreurs de Richard.

Les variations magnétiques diurnes, observées à nos instruments enregistreurs Mascart, n'ont pas été sensiblement influencées par l'éclipse.

Le degré actinométrique fut observé *directement*, toutes les 5^m, au moyen d'un actinomètre Arago; un peu avant le commencement de l'éclipse il montait à 52,5; ensuite il a diminué graduellement jusqu'à 12,4 à $3^h 32^m$, pour remonter jusqu'à 48 à $4^h 34^m$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'isolement du terbium.* Note de M. **G. Urbain**, présentée par M. P. Curie.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 736) j'ai annoncé que j'étais parvenu à obtenir une terre qui ne présentait en solution qu'une seule bande visible d'absorption $\lambda = 488$, caractéristique d'un élément que M. Lecoq de Boisbaudran désigna par la notation Z_δ. Cette terre, qui suit immédiatement le gadolinium dans la série des terres rares, avait pu être obtenue par trois méthodes distinctes : cristallisation des nitrates doubles de terre et de nickel, des nitrates simples en présence de nitrate de bismuth, des éthylsulfates.

Cette terre présentait, outre le caractère du Z_δ, le spectre de fluorescence (spectre de renversement) que M. Lecoq de Boisbaudran a attribué à un élément Z_β (1), le spectre d'étincelle que Demarçay a attribué à un élément Γ (2) et le spectre de phosphorescence que Sir W. Crookes a attribué tantôt à un méta-élément de l'yttrium, tantôt à un élément G_β (3). Elle contenait également du gadolinium.

---

(1) Lecoq de Boisbaudran, *Comptes rendus*, t. C, p. 1437; t. CI, 1885, p. 552, 588; t. CII, 1886, p. 899.

(2) Demarçay, *Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, 387.

(3) Crookes, *Proc. Roy. Soc.*, t. XL, 1886, p. 502; t. XLII, 1887, p. 111.

Pour débarrasser cette terre de la gadoline, j'ai poursuivi les fractionnements à l'état de nitrates doubles de nickel; puis, pour en éliminer les dernières traces, j'ai effectué, sur le conseil de M. Lecoq de Boisbaudran, des fractionnements par l'ammoniaque qui concentre le gadolinium plus basique dans les queues du fractionnement.

J'ai obtenu ainsi environ 7^g d'une terre qui, dans des fractionnements incessants poursuivis pendant près d'une année, est demeurée identique à elle-même et répond, par conséquent, à la définition expérimentale de l'élément.

Les caractères principaux de cette terre à laquelle il convient de réserver exclusivement le nom de *terbium* sont les suivants :

Spectre d'absorption (*solution neutre des chlorures*).

λ.	
488.	Milieu d'une bande diffuse (Z_δ) l'une des moins intenses de ce spectre.
De 382,5 à 374,9.	Bande diffuse. Faible de 382 à 379; moyenne de 379 à 375.
De 371,0 à 367,7.	Bande diffuse relativement forte.
De 361 à 357,2.	Moyenne, diffuse.
De 354,2 à 349,6.	Doublet diffus; de 354,2 à 352 environ, composant d'intensité moyenne; de 351,7 à 349,6 environ, composant plus intense.
De 343 à 341...	Moyenne, diffuse.
De 340 à 338,4.	Moyenne, diffuse.
De 328,8 à 324,3.	Bande intense très large et très diffuse; le maximum d'intensité est à 326.
De 319,2 à 315,9.	Bande intense large et très diffuse.
De 304,5 à 301,2.	Limites approximatives d'une bande généralement indistincte.

L'intensité générale de ce spectre *est faible* comparée à celle du spectre du dysprosium que je décrirai prochainement. La faiblesse générale de ce spectre m'a fait longtemps douter de l'homogénéité de cette terre.

La solution des chlorures donne à l'étincelle renversée, avec un vif éclat, une belle fluorescence verte (Z_β de M. Lecoq de Boisbaudran).

Les oxydes purs ne donnent pas de phosphorescence visible. L'oxyde de gadolinium terbifère donne une phosphorescence verte (G_β de Sir W. Cookes). Une trace de terbine diluée dans une masse considérable d'alumine donne une magnifique phosphorescence blanche à peu près identique à celle d'un échantillon (formé de $Z_\beta^2O^3$, 0,5; Al^2O^3, 199,5) que M. Lecoq de Boisbaudran a eu l'obligeance de me confier. Cette réaction est d'une sensibilité inouïe (¹).

(¹) Un creuset de platine où avait été calciné de l'oxyde de terbium fut lavé aux acides et traité par le bisulfate de potasse. De l'alumine pure fut ensuite calcinée dans

Le spectre de raies sera ultérieurement décrit. Il renferme plus de mille raies dont la plupart sont faibles et le plus souvent diffuses. Les huit plus fortes ont été décrites par Demarçay sous la notation Γ.

Tous ces caractères diminuent simultanément d'éclat du côté du gadolinium et du côté du dysprosium.

La couleur de l'oxyde est variable suivant les conditions de sa préparation. L'oxalate calciné au moufle donne un oxyde brun extrêmement sombre; le sulfate calciné à environ 1600° donne un oxyde noir.

L'oxyde de terbium calciné à haute température est à peu près inattaquable par les acides chlorhydrique et nitrique froids. L'action des acides étendus, à chaud, est très lente; il se forme comme produits intermédiaires des oxydes colloïdaux analogues à ceux que MM. Wyrouboff et Verneuil ont décrits pour le cérium sous le nom d'*oxydes condensés*.

Les solutions de terbium pur sont incolores, ainsi que les sels, qui sont analogues à ceux de gadolinium bien qu'un peu plus solubles en général.

Le sesquioxyde de terbium est blanc et non pyrophorique.

La détermination du poids atomique a été effectuée par dosage d'eau dans le sulfate hydraté. M. Wyrouboff, qui a examiné un échantillon de ce sel, a reconnu que sa forme cristalline est bien celle des sulfates octohydratés des terres de cette série. En admettant $O = 16$, le poids atomique constant du terbium ne peut différer sensiblement de 159,2. Les terbines dysprosifères ont des poids atomiques qui peuvent dépasser 160.

La proportion d'oxygène de peroxydation a été déterminée soit en réduisant l'oxyde au rouge par l'hydrogène, soit volumétriquement par iodométrie. Les nombres obtenus ne sont pas très constants. Ils ont varié de 1,90 à 2,26 pour 100. La formule la moins mauvaise que l'on puisse attribuer au peroxyde de terbium est donc Tb^4O^7 qui exigerait 2,13 pour 100 d'oxygène.

Le terbium extrait du xénotime est identique au terbium extrait des sables monazités. Une étude sommaire du spectre d'arc par E. Eberhard a confirmé ces résultats. Le travail complet de ce spectroscopiste permettra une description minutieuse du spectre encore inconnu du terbium qui ainsi prendra rang dans la liste des éléments définis, après 60 ans d'attente.

---

ce creuset. Tous les points où l'alumine avait touché le creuset ont donné dans le tube à vide la phosphorescence caractéristique du terbium.

M. E. Leclère adresse un Mémoire *Sur le mouvement dans les milieux homogènes*.

(Renvoi à l'examen de M. H. Poincaré.)

La séance est levée à 3 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 septembre 1905.

Observatoire de Bordeaux. *Catalogue photographique du Ciel : Coordonnées rectilignes;* Tome I. Zone + 16° à + 18°. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°.

Sven Hedin. Scientific results of a journey in Central Asia 1899-1902. Vol. II. *Lop-nor,* by Dr Sven Hedin; vol. V, part I, *a : Meteorologie,* von Dr Nils Ekholm. 1. *Die Beobachtungen* 1894-1897 *und* 1899-1902. Maps II. Stockholm, lithographic Institute of the general staff of the Swedish Army, s. d.; 2 volumes et 1 étui de cartes in-4°.

United States geological Survey : Water-supply and Irrigation Paper, nos 99, 100, 103, 105-118. *Professional Paper,* nos 29-33, 35, 39. Washington, 1904-1905; 17 fasc. in-8° et 7 fasc. in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College; vol. XXXII. Cambridge, U. S. A., 1905; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 SEPTEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur les origines du principe des déplacements virtuels.* Note de M. **P. Duhem.**

En présentant à l'Académie le premier Volume de l'Ouvrage que je consacre à étudier *les Origines de la Statique*, je désirerais appeler son attention sur l'une des vérités historiques que je crois avoir établies dans ce Volume.

On sait que Descartes a proposé de fonder toute la Statique sur ce postulat : *Il faut même puissance pour élever un certain poids à une certaine hauteur que pour élever un poids* K *fois plus grand à une hauteur* K *fois moindre*. De ce postulat, Wallis et Jean Bernoulli ont tiré le principe des déplacements virtuels sous la forme générale où nous l'employons aujourd'hui.

Je me suis proposé de remonter à la source de ce postulat dont les mécaniciens de l'Antiquité ne paraissent pas avoir fait usage. On doit, je crois, en attribuer le premier emploi à ce grand géomètre qui vivait probablement au début du XIIIe siècle, peut-être plus tôt, et que l'on nomme habituellement *Jordanus Nemorarius*, bien que les textes manuscrits, lorsqu'ils ne le nomment pas simplement *Jordanus*, l'appellent *Jordanus de Nemore*.

Deux Ouvrages ont été publiés au XVIe siècle, l'un à Nuremberg, en 1533, l'autre à Venise, en 1565, comme représentant le *Tractatus de ponderibus* de Jordanus de Nemore; mais ces deux Ouvrages, absolument différents, ne sauraient être l'œuvre d'un même auteur.

Dès lors, pour retrouver la véritable pensée de Jordanus, nous avons dû

étudier tous les textes manuscrits, relatifs à la Statique du Moyen Age, que nous avons pu découvrir dans les Catalogues de la Bibliothèque Nationale et de la Bibliothèque Mazarine. Le dépouillement de ces documents, que nous espérons bientôt publier, nous a fourni plusieurs textes intéressants, relatifs à la balance, qui paraissent de source antique; il nous a montré aussi que, dès le XIIIe siècle, on confondait sous le nom de *Tractatus de ponderibus Jordani* trois Traités au moins, entièrement différents, bien qu'ils eussent entre eux une évidente parenté. Un quatrième Traité, que certains nomment *Liber Euclidis de ponderibus*, et qui paraît avoir été composé au XIVe siècle, s'adjoint souvent aux précédents.

De ces Traités, qui représentent les doctrines de l'École de Jordanus, il en est un qui, visiblement, est la source des autres et que nous regarderons comme le *Tractatus de ponderibus* de Jordanus de Nemore. La Bibliothèque Mazarine en possède (Ms. n° 3642, ancien 1258) un texte du XIIIe siècle, malheureusement incomplet; la Bibliothèque Nationale en possède un texte excellent, datant du XVe siècle (fonds latin, Ms. n° 10252), et un autre texte légèrement paraphrasé (fonds latin, Ms. n° 11247).

Or, dans ce Traité primitif de Jordanus, le postulat qui nous occupe se trouve implicitement admis pour établir la loi du levier droit.

Parmi les Traités de l'École de Jordanus, il en est un qui offre un intérêt scientifique tout particulier; la Bibliothèque Nationale en possède deux textes manuscrits, tous deux du XIIIe siècle (fonds latin, Ms. n° 7378 A et Ms. n° 8680 A); c'est ce texte qui fut publié, d'une manière très fautive d'ailleurs, par Curtius Trojanus, à Venise, en 1565. En ce Traité, le postulat qui nous occupe ne sert pas seulement à trouver la loi d'équilibre du levier droit; il sert encore, et par une démonstration des plus élégantes, à trouver la loi d'équilibre d'un levier de forme quelconque et à justifier la notion de moment; il sert également à traiter la pesanteur apparente d'un corps placé sur un plan incliné, par la méthode même que Descartes emploiera.

L'étude des manuscrits de Léonard de Vinci nous a permis de mettre en évidence certaines découvertes de ce grand génie, entre autres la loi de composition des forces concourantes, qu'il a très exactement connue et tirée des lois d'équilibre du levier; elle nous a montré aussi que Léonard avait profondément médité les enseignements de l'École de Jordanus. Du postulat qui nous intéresse, il a fait un fréquent usage; il l'a appliqué à la Mécanique industrielle, montrant comment on en pouvait déduire l'égalité, en toute machine, du travail moteur et du travail résistant et l'impossibilité du mouvement perpétuel.

En 1551, ces vues de Léonard furent publiées par Cardan, dans son *De Subtilitate*, où Salomon de Caux les prit en 1615.

En 1634, Pierre Herigone prend pour principe général de Statique la proposition suivante : « Aux poids en équilibre, comme le plus pesant est au plus léger, ainsi est la perpendiculaire du mouvement du plus léger à la perpendiculaire du mouvement du plus pesant. » Il semble, d'ailleurs, qu'Herigone ait tiré directement ce postulat de la lecture des Traités dus à l'École de Jordanus.

En 1636, le même postulat est invoqué par Roberval pour établir la loi de composition des forces concourantes.

Enfin, en 1637, Descartes propose de le prendre comme un axiome duquel on peut tirer la Statique tout entière.

L'histoire du développement graduel de cet axiome peut donc être suivie sans interruption depuis Jordanus de Nemore jusqu'à Descartes; il est bien aisé de la prolonger ensuite, par Wallis et Jean Bernoulli, jusqu'à Lagrange et, plus tard, jusqu'à J. Willard Gibbs. L'histoire du principe des déplacements virtuels nous offre ainsi un remarquable exemple de la lenteur et de la continuité avec lesquelles se sont développés la plupart des grands principes de la Mécanique.

M. **H. Moissan** fait hommage à l'Académie du fascicule II (Tome deuxième) et du fascicule II (Tome quatrième) du *Traité de Chimie minérale*, publié sous sa direction.

M. **P. Duhem** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Les sources des théories physiques. Les origines de la Statique*. Tome premier.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques* (Tome XII, année 1904). (Présenté par M. Albert Gaudry.)

2° *Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens des eidg. Polytech-*

nikums. Erster Teil : *Geschichte der Gründung des eidgenössischen Polytechnikums mit einer Uebersicht seiner Entwickelung* 1855-1905, von Wilhelm Oechsli. — Zweiter Teil : *Die bauliche Entwicklung Zürichs in Einzeldarstellungen von Mitgliedern des Zürcher Ingenieur- und Architektenvereins.*

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'éclipse totale du* 30 *août* 1905 *faite à Robertville (Algérie).* Note de M. Salet, présentée par M. Lœwy.

Envoyé en mission par le Bureau des Longitudes à Robertville (Algérie) pour l'observation de l'éclipse du 30 août, je me propose d'indiquer les principaux résultats que j'ai obtenus, résultats qui se rapportent aux expériences suivantes :

1° *Recherche de l'existence d'un champ magnétique dans le voisinage du Soleil par l'observation de la déviation du plan de polarisation de la lumière coronale.* — Ce plan doit, en effet, par raison de symétrie, être radial si aucune action magnétique ne s'exerce dans l'atmosphère gazeuse de la couronne.

Je me suis servi dans ce but d'une lunette équatoriale de 95^{mm} d'ouverture munie d'un réticule et d'un polariscope de Savart placé devant l'oculaire. Cet oculaire dont les verres, pas plus que l'objectif de la lunette, n'étaient sensiblement trempés, pouvait tourner autour de son axe, dispositif permettant de supprimer avant l'observation les bandes dues à la polarisation atmosphérique.

Pendant la totalité les bandes se sont montrées bien visibles sur la couronne. J'ai mesuré la direction du plan de polarisation en dessous du Soleil et sur une verticale passant par son centre. J'ai trouvé que le plan était dévié dans le sens dextrorsum de 2°,5.

Cette déviation, que j'attribue au champ magnétique solaire, n'avait pas encore été mesurée. Sa petitesse semble indiquer que, malgré sa masse, le Soleil a un champ magnétique peu considérable.

2° *Étude photographique de la distribution de la lumière polarisée de la couronne.* — Pour résoudre les différentes questions qui se rattachent à cette étude, il fallait un instrument donnant sur la couronne des bandes beaucoup plus serrées que ce que l'on avait obtenu jusqu'ici. Grâce à la disposition de la lunette dont je viens de parler, et devant laquelle j'ai placé, après l'observation visuelle, un appareil photographique, j'ai pu obtenir quinze bandes sur la largeur du diamètre solaire. Les photographies de poses différentes obtenues permettent d'établir les faits suivants :

Les bandes de polarisation sont fortement marquées. Leur intensité dé-

croît régulièrement. Elles sont visibles jusqu'à près d'un diamètre et demi du bord du Soleil, c'est-à-dire jusqu'au bord de la couronne extérieure. La polarisation est maxima à 5′ ou 6′ environ du Soleil. Elle s'étend sur la couronne intérieure en diminuant d'intensité jusqu'au bord même de la Lune. Le plan de polarisation est partout radial. On peut vérifier sur ces clichés la faible déviation mesurée directement. Enfin, une protubérance s'étant trouvée à cheval sur deux bandes ne présente aucune différence d'intensité, ce qui met hors de doute la non-polarisation des protubérances. Sur aucun de ces clichés il n'y a de trace de polarisation atmosphérique en dehors de la couronne ni sur la Lune.

3° *Étude de la polarisation atmosphérique*. — Je m'étais proposé d'enregistrer pendant l'éclipse la variation de la direction du plan de polarisation. Pour cela j'avais placé, sur la lunette qui suivait le mouvement du Soleil, deux polariscopes de Savart braqués à 90° du Soleil, l'un vers le pôle, l'autre vers l'équateur. Malheureusement, à cette distance du Soleil, bien que le ciel fût très clair (on n'apercevait que 4 planètes ou étoiles), la quantité de lumière polarisée s'est trouvée sensiblement nulle pendant la totalité et l'on n'a pu effectuer les pointés. Ce résultat négatif est confirmé par les observations faites à Philippeville par M. Piltchikoff avec le photopolarimètre de Cornu (*Comptes rendus,* 4 septembre 1905). Au contraire, à 30° ou 40° du Soleil les bandes sont restées visibles pendant la totalité.

Dans le voisinage du Soleil la direction du plan de polarisation était verticale.

4° *Spectropolarisation de la couronne*. — J'ai fait l'essai d'une méthode qui doit permettre de reconnaître la nature coronale, chromosphérique ou atmosphérique des raies du spectre de la couronne par l'examen de leur polarisation. En effet, la lumière réfléchie de la couronne est polarisée radialement, la lumière diffuse du ciel l'est verticalement, la lumière propre de la couronne, au contraire, ne doit pas être polarisée. J'ai donc placé devant la fente d'un spectroscope et sur la moitié seulement de celle-ci un nicol réglé de façon à éteindre complètement la lumière polarisée dans le sens de la fente, c'est-à-dire la lumière de la couronne polarisée radialement.

Sur le cliché obtenu les spectres continus correspondant aux deux côtés de la couronne diffèrent d'intensité par suite de la suppression par le nicol de la lumière solaire réfléchie. Au contraire, une protubérance qui se trouvait sans doute du côté du nicol a donné malgré celui-ci les trois raies de l'hydrogène intenses avec un fort halo à leur base. La raie du coronium, qui est assez forte et s'étend à 4′ environ du bord du Soleil, se

voit des deux côtés ainsi que les deux raies du calcium, mais celles-ci sont plus fortes du côté où se trouvait la protubérance. La raie de l'hélium qui est très marquée n'est visible que de ce côté, ainsi que huit autres raies qui seront mesurées par la suite.

5° *Photographie du spectre ultra-violet de la couronne.* — Le cliché obtenu présente notamment dans l'extrême ultra-violet, entre λ 338 et λ 305, une quinzaine de raies dont la nature et la position seront étudiées par la suite.

En dehors de ces résultats, j'ai rapporté un certain nombre de documents ne présentant pas le même caractère d'actualité, tels que photographies de la couronne et des protubérances, dessin de la couronne, relevé des courbes du thermomètre et du baromètre enregistreur.

Ce dernier a eu pendant 3 semaines une marche très régulière, présentant tous les jours deux minima vers 3^h du matin et 3^h du soir. La différence entre un de ces minima et la moyenne des deux maxima correspondants est restée comprise entre $0^{mm},6$ et $2^{mm},3$ avec une moyenne de $1^{mm},3$. Or, l'après-midi de l'éclipse, la valeur de cette différence a été de $1^{mm},6$. L'éclipse n'a donc eu aucune influence sensible sur la marche du baromètre. Le thermomètre, qui marquait $34°,7$ au commencement de l'éclipse partielle, est descendu régulièrement depuis ce moment jusqu'à $26°,9$ au moment de la totalité, pour remonter à $30°,7$ à la fin de l'éclipse partielle.

Enfin notons que la durée de la totalité a été de $3^m 31^s,3$, les coordonnées du lieu d'observation étant :

Longitude : $4° 29' 45''$ E; latitude : $+36° 41' 50''$; altitude : 206^m.

Je ne puis terminer sans remercier les nombreux assistants volontaires qui m'ont permis d'entreprendre un programme aussi chargé, et qui sont : pour la spectroscopie, M. Fenech, pharmacien à Philippeville; pour la polarisation atmosphérique, M. le lieutenant Roquebert; pour les photographies de la couronne, le temps de la totalité, etc., Mme Récappé, MM. Madaule, Blanchet et Fanuel.

ASTRONOMIE. — *Sur les observations de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, faites à Guelma par la mission de l'Observatoire d'Alger.* Note de M. CH. TRÉPIED, présentée par M. Radau.

La mission que le Bureau des Longitudes et le Gouvernement général de l'Algérie avaient chargée d'étudier l'éclipse totale de Soleil du 30 août comprenait MM. Trépied, Renaux, Rambaud et Sy. Elle avait choisi comme station la localité de Guelma, située dans le département de Constantine, à fort peu près sur la ligne centrale de l'éclipse et elle avait installé ses instruments dans la cour de l'école communale de cette ville. Les coordonnées géographiques de la station étaient les suivantes :

Longitude Est : $0^h 20^m 23^s$, latitude Nord : $36^\circ 27' 57''$.

Observation des contacts. — Les contacts extérieurs ont été observés par M. Sy, qui a trouvé, en temps moyen à Paris :

1er contact : $0^h 23^m 27^s,1$; 4e contact : $2^h 59^m 38^s,9$ (1).

Examen visuel de la couronne. — Bien que je me fusse réservé la surveillance des opérations à la lunette de 6^m, j'avais décidé néanmoins de consacrer quelques instants à l'examen visuel de la couronne. Quelques secondes avant la totalité, alors que l'image solaire se réduisait à un mince croissant, je vis se former brusquement un anneau lumineux tangent au croissant et qui me sembla s'étendre à trois diamètres à peu près de la Lune, autant du moins qu'il me fut possible d'en juger pendant cette apparition de très courte durée. Ce phénomène singulier correspond probablement à celui du même genre que M. Renaux a enregistré sur l'une de ses plaques, mais un peu après la totalité.

D'une manière générale, l'aspect de la couronne me parut bien être celui qu'on attendait pour une époque de maximum de l'activité solaire;

---

(1) M. Sy, qui était chargé de la manœuvre du miroir de la lunette de 6^m pendant la totalité, devait nécessairement renoncer à l'observation des contacts intérieurs. D'après une communication obligeante de la mission de Marseille, établie à côté de la nôtre, la durée de la totalité à Guelma a été de $3^m 31^s$ (observation de M. Stéphan) ou de $3^m 34^s$ (observation de M. Borrelly).

très brillante jusqu'à un demi-rayon du bord de la Lune, puis de là diminuant rapidement d'éclat tout en demeurant, dans son ensemble, assez uniformément distribuée autour de l'astre; peu d'extension dans la région équatoriale; dans la portion australe, deux jets ou rayons coronaux se prolongeant assez loin.

La planète Mercure et l'étoile Régulus se voyaient facilement dans une jumelle.

L'obscurité, pendant l'éclipse totale, a été beaucoup moins forte qu'on ne devait l'attendre en raison de la durée de la totalité. A aucun moment il n'a été nécessaire de faire usage de lampes pour lire les chronomètres ou les divisions d'un cercle.

Parmi les clichés obtenus par M. Renaux avec la lunette de $0^m,160$, il en est deux qui présentent un intérêt tout particulier : l'un, pris au commencement de la totalité, montre les grains de Baily; sur l'autre, photographié un peu après la fin de la totalité, se trouve enregistré un phénomène analogue à celui que j'avais observé un instant avant la complète disparition du Soleil. Mais ici les apparences se montrent beaucoup plus complexes; elles sont extrêmement curieuses. On distingue une série de spires elliptiques partant de l'arc solaire et dont la plus éloignée s'étend jusqu'à quatre diamètres au moins de cet arc. C'est là un fait très singulier dont l'explication est à chercher. M. Renaux me suggère l'hypothèse, assez plausible, que le phénomène en question pourrait dépendre de l'action de la lumière à travers une couronne de cristaux de glace produits par le refroidissement des couches supérieures de l'atmosphère.

Une autre particularité importante à noter pour ce cliché est que le disque entier de la Lune se trouve parfaitement visible sur la couronne.

Les résultats des travaux que nous avons faits à Guelma pendant l'éclipse du 30 août peuvent se résumer comme il suit :

1° Confirmation de la correspondance supposée entre les traits généraux de la structure coronale et l'état d'activité du Soleil;

2° Impression photographique certaine du disque de la Lune sur la couronne, en dehors de la totalité;

3° Enregistrement photographique d'un très curieux phénomène d'anneaux elliptiques;

4° Obtention d'un cliché à longue pose (durée de la totalité) permettant : (*a*) d'étudier la plus grande extension photographique de la couronne dans cette éclipse; (*b*) de contribuer à élucider la question des planètes intra-mercurielles.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur l'appareil reproducteur des Mucorinées.* Note de M. J. **Dauphin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus,* 5 septembre 1904) j'avais étudié l'influence de quelques hydrates de carbone sur la croissance du *Mortierella polycephala* et la formation des différents appareils reproducteurs. J'ai continué cette étude en l'étendant à quelques autres corps, tels que la glycérine, la salicine, l'alcool ordinaire, etc.

Toutes mes cultures ont été faites en tubes de Roux, ou bien, dans le cas de cultures en surface, dans des ballons stérilisés à l'autoclave, en milieu neutre. J'ai suivi jour par jour la formation du mycélium et j'ai observé celui-ci au microscope jusqu'à l'apparition des organes reproducteurs. Presque toujours le mycélium apparaît au bout de 24 à 48 heures, à la température moyenne du laboratoire, puis, un jour plus tard, les fructifications se développent et c'est alors que se produisent dans les organes de multiplication les différenciations que je résume dans le Tableau suivant :

Hydrates de carbone.	Mycélium.	Appareil reproducteur.	Dimensions.	µ µ
Raffinose.......	Mycélium abondant.	Spores. Quelques chlamydospores assez rares, pas d'œufs.	Tube sporangifère : hauteur.........	350-400
			Plus grande largeur.	12- 15
			Spores arrondies...	9- 10
Dextrine.......	Mycélium abondant; filaments dressés surtout entre les parois du tube.	Chlamydospores échinulées spores.	Tube sporangifère : hauteur.........	370-400
			Plus grande largeur.	15- 20
			Spores arrondies...	8- 10
			Chlamydospores ...	18- 20
Amidon........		Chlamydospores échinulées ni spores, ni œufs.	Chlamydospores ...	18- 22
Dulcite........	Mycélium bien développé, assez abondant.	Chlamydospores échinulées spores, pas d'œufs.	Tube sporangifère : hauteur.........	300-350
			Plus grande largeur.	15- 18
			Spores ovales......	9- 12
			Chlamydospores ...	23- 25
Erythrite.......		Chlamydospores ni spores, ni œufs.	Chlamydospores ...	10- 20
Glycérine		Chlamydospores, spores	Tube porangifère : hauteur.........	350-400
			Plus grande largeur.	12- 15
			Spores arrondies...	6- 10
			Chlamydospores ...	18- 20

Hydrates de carbone.	Mycélium.	Appareil reproducteur.	Dimensions.	
Alcool ordinaire.	Végétation appauvrie; filaments peu nombreux.	Chlamydospores et quelques œufs.	OEufs............	250-600 μ
Salicine........	Mycélium peu abondant.	Chlamydospores échinulées spores.	Tube sporangifère : hauteur.........	300-320
			Plus grande largeur.	18- 20
			Spores arrondies...	8- 12
			Chlamydospores ...	16- 20
Quercite.......		Chlamydospores, spores.	Tube sporangifère : hauteur.........	320-370
			Plus grande largeur.	18- 20
			Spores arrondies...	7- 10
			Chlamydospores ...	19- 20

De l'examen de ce Tableau il ressort une observation qui semble avoir quelque intérêt : l'alcool ordinaire, quoique très nuisible en général au développement du champignon (une dose de 5 pour 100 dans un milieu glucosé empêche la végétation de se produire) peut à faible dose permettre la formation de chlamydospores et d'œufs.

J'ai pensé à rapprocher ce résultat de celui que m'avaient donné le glucose, le galactose et le lévulose. Dans ces milieux, le *Mortierella polycephala* donne des sporanges et des œufs, or ce sont des sucres directement fermentescibles : la formation des œufs ne serait-elle pas précédée du dédoublement de ces sucres en alcool et gaz carbonique? J'ai essayé de vérifier cette hypothèse en cultivant le *M. polycephala* dans divers milieux, amidon, glucose, lévulose : 1° dans le vide, 2° dans le gaz carbonique.

Mes recherches m'ont démontré qu'il n'y a pas fermentation sous l'influence du *M. polycephala*, donc pas d'alcool formé à moins que cet alcool ne soit digéré au fur et à mesure de sa formation.

Mais dans tous les cas de culture dans le vide ou dans le gaz carbonique, j'ai pu observer que le champignon présente les phénomènes de résistance à l'asphyxie; il ne se développe pas en l'absence d'oxygène : le mycélium apparaît au bout de quelques jours comme un fin duvet à la surface du milieu nutritif, et il peut rester en cet état pendant plusieurs semaines. Si on l'examine au microscope, on trouve uniquement comme appareil reproducteur des chlamydospores échinulées, des chlamydospores lisses et des kystes : jamais de sporanges, ni d'œufs. Lorsque le champignon est replacé ensuite dans des conditions normales, il continue son développement avec une activité nouvelle bien supérieure à celle qu'il présente habituellement. Il peut alors redonner des sporanges ou des œufs selon le milieu.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la sensibilité de l'appareil chlorophyllien des plantes ombrophobes et ombrophiles.* Note de M. W. LUBIMENKO, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait qu'on désigne généralement sous le nom d'*ombrophobes* les essences forestières qui sont adaptées à une lumière vive, et sous le nom d'*ombrophiles* celles qui croissent de préférence à une lumière atténuée.

Les études comparatives que j'ai faites au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau sur l'assimilation des arbres de ces deux types ont mis en évidence les deux points suivants : 1° les plantes ombrophiles exigent pour décomposer le gaz carbonique une intensité lumineuse minima beaucoup plus faible que les plantes ombrophobes; 2° l'énergie assimilatrice des plantes ombrophobes croît sans cesse jusqu'à la limite extrême d'intensité de l'insolation naturelle, tandis que celle des plantes ombrophiles présente un optimum correspondant à une intensité moindre.

J'ai montré également que ces particularités physiologiques devaient être vraisemblablement attribuées à une concentration différente du pigment vert dans les chloroleucites de ces plantes.

J'ai choisi comme sujets d'études les *Pinus silvestris* et *Larix europea* (ombrophobes), *Abies nobilis* et *Taxus baccata* (ombrophiles), *Betula alba* et *Robinia Pseudacacia* (ombrophobes), *Tilia parvifolia* et *Fagus silvatica* (ombrophiles). Pour chacun de ces groupes d'espèces deux séries d'expériences ont été organisées, l'une à l'éclairement artificiel faible (bec Auer), l'autre à la lumière du Soleil.

La première série d'expériences a servi à déterminer l'intensité de lumière minima à partir de laquelle la plante commence à décomposer le gaz carbonique.

Je me suis procuré des matériaux aussi comparables que possible. J'ai choisi, pour les Conifères, sur un même rameau, des feuilles égales en surface et en poids; pour les essences feuillues, j'ai pris les deux moitiés d'une même feuille. Pour obtenir la valeur de l'assimilation seule j'ai dû prendre deux lots comparables; l'un était placé dans une éprouvette noircie, l'autre dans une éprouvette ordinaire. L'expérience terminée, le dosage du gaz carbonique de chacune des éprouvettes permettait de calculer la quantité de ce gaz décomposée par le fait de l'assimilation.

Le mélange gazeux que j'ai utilisé dans mes expériences renfermait de 7 à 8 pour 100 de gaz carbonique.

Il résulte de ces recherches que les espèces ombrophiles commencent à décomposer

le gaz carbonique à une intensité lumineuse beaucoup plus faible que les espèces ombrophobes, et l'énergie assimilatrice de celle-ci s'accroît avec l'intensité lumineuse jusqu'à la limite extrême de l'insolation naturelle, tandis que celle des espèces ombrophiles présente un optimum.

Par des études spectroscopiques de solutions chlorophylliennes comparables, j'ai constaté que la concentration du pigment vert est toujours plus faible chez les espèces ombrophobes que chez les espèces ombrophiles. La largeur des bandes d'absorption de la partie rouge du spectre est en effet moindre chez les premières. Les dissolutions alcooliques qui ont servi à ces mesures ont été préparées en traitant chez toutes les espèces le même poids de feuilles par la même quantité d'alcool.

En outre il est intéressant de remarquer que dans chacun des groupes d'espèces étudiées les essences ombrophiles contiennent des grains de chlorophylle plus grands que les essences ombrophobes.

Pour vérifier par d'autres recherches que la concentration inégale du pigment est bien la cause de la variation de sensibilité de l'appareil chlorophyllien, j'ai expérimenté sur les jeunes feuilles de *Taxus* qui contiennent beaucoup moins de chlorophylle que les feuilles âgées.

Les expériences à la lumière artificielle ont montré que l'intensité lumineuse à partir de laquelle commencent à assimiler ces jeunes feuilles de *Taxus* est inférieure à celle des plantes ombrophobes *Larix* et *Robinia*, par exemple. Autre fait remarquable : l'énergie assimilatrice de ces jeunes feuilles demeure sensiblement constante pour les éclairements solaires d'intensités élevées.

Ces faits montrent clairement que l'énergie assimilatrice est sous la dépendance de la concentration du pigment dans les grains de chlorophylle. *La courbe qui représente l'énergie assimilatrice peut, suivant la concentration du pigment, s'élever jusqu'à la limite supérieure de la radiation naturelle* (plantes ombrophobes), *s'abaisser avant cette limite* (plantes ombrophiles), *ou enfin rester stationnaire à partir d'une certaine intensité* (feuilles jeunes de *Taxus*).

Peut-être s'ajoute-t-il, chez les plantes ombrophobes et ombrophiles, à cette différence physique de concentration du pigment chlorophyllien, une différence physiologique d'irritabilité du protoplasma vis-à-vis de la lumière ; c'est là une question intéressante qui resterait à élucider.

HYDROLOGIE. — *La végétation spontanée et la salubrité des eaux.* Note de M. **L.-A. Fabre**, présentée par M. de Lapparent.

On s'accorde à considérer comme salubres les eaux issues des sols incultes, peu habités, couverts par la végétation spontanée des landes, forêts et hautes pelouses : par contre, les hygiénistes reconnaissent l'impossibilité d'assurer, en pays agricole et peuplé, une surveillance efficace sur les sources utilisées pour l'alimentation (J. Courmont, E. Imbeaux, etc.). Des *ligues* se sont constituées à l'étranger, en vue de cette *protection*. Les grands travaux de captage s'orientent vers les régions désertes, lacustres et forestières dont le sol, abrité et hygroscopisé par une couverture végétale pérenne, soustrait les eaux pluviales au ruissellement comme à l'enfouissement. Liverpool, Glascow, Vienne, etc. ont acquis dans ce but des périmètres sylvo-lacustres souvent considérables (Birmingham : 17000 hectares). On y maintient rigoureusement la forêt ou la lande en y raréfiant les habitations et les troupeaux. Ailleurs, à Berlin, Magdebourg, Hambourg, on fore jusqu'aux eaux phréatiques profondes qui, en terrains non fissurés, sont microbiologiquement pures. Le plus souvent, on recourt à de simples épurations ou filtrages toujours onéreux et aléatoires. D'autre part, on s'efforce de stériliser les eaux résiduaires industrielles, les sewages des grandes agglomérations.

L'auto-épuration des eaux du sol spontanément *armé* est généralement considérée comme due à un *simple filtrage*. Sur la plupart des sols forestiers, très superficiels et qui atteignent rarement la profondeur de $1^m,50$ à 2^m, à laquelle cesse brusquement l'infiltration microbienne, au moins celle des aérobies (C. Franckel), le filtrage seul paraît absolument insuffisant pour aseptiser les eaux. En tous cas, dans cette question complexe, on ne paraît jamais avoir envisagé le rôle de la *concurrence vitale intermicrobienne*. Ce *struggle* spécial, issu soit de la vitalité, de la résistance, du polymorphisme propre des germes du sol et de l'eau, soit du milieu dans lequel ils évoluent simultanément, paraît pouvoir être apprécié en recourant à divers travaux.

Le bacille d'Eberth est neutralisé dans les cultures de *Bac. coli;* introduit dans l'eau pure en présence de ce dernier, il s'élimine rapidement (Watelet). L'agitation de l'eau de mer exagère l'activité microbicide qui lui est propre (A. Giard). De minutieuses recherches ont été faites sur des eaux d'origines diverses, plus ou moins aérées

et agitées (G. Coa) : dans l'eau agitée, la prolification des germes est, au début, plus active, mais décroît ensuite rapidement; le contraire a lieu dans l'eau immobile. Cette prolification semble suivre les variations du volume d'air mis en contact avec l'eau. Dans les lacs, grands réservoirs et autres masses d'eau considérables, les germes se décantent et finissent par se neutraliser (E. Imbeaux). Le procédé bactériologique le plus usité en Angleterre pour épurer les sewages consiste à aérer artificiellement et lentement les eaux sur des lits très oxydants : les matières organiques sont détruites, les aérobies pullulent; les anaérobies, qui renferment précisément les espèces les plus pathogènes, disparaissent (E. Grandeau).

Le sol *armé* spontanément, aéré, hygroscopisé et travaillé par de nombreux organismes, est un milieu de transformations chimiques et biologiques, lentes mais permanentes. La houille résulte de l'action microbienne sur d'anciennes forêts : la même action contribue à la formation de la tourbe aux propriétés aseptiques. Les nodosités sidératrices des racines des légumineuses proviennent de saprophytes; ils nitrifient aussi directement le sol, élaborent les diastases, etc.; ces micro-organismes, hôtes permanents du sol, sont, en définitive, les agents essentiels de sa fertilisation. D'autre part, les microbes peuplent les eaux continentales superficielles dont le régime est régularisé par la végétation pérenne, le développement de celle-ci étant une fonction géographique des eaux atmosphériques [1].

L'asepsie des eaux sauvages apparaît donc comme un phénomène essentiellement biologique. L'oxygène de l'air pénètre lentement avec les eaux d'infiltration, il détruit par *érémacausis* les matières organiques du sol, mais surtout il exalte la vitalité et la prolification des microbes aérobies fertilisateurs : l'effet contraire est produit sur les anaérobies pathogènes. En raison de la concurrence, ces anaérobies inutiles aux plantes seront éliminés, ou bien transformés, après avoir perdu leur virulence, en *auxiliaires* des aérobies. Ainsi se précipitera, au sein des terres incultes, pour ainsi dire *immunisées par destination*, comme la mer, le retour des *races déviées pathogènes* (E. Bodin) au type saprophytique qui paraît être la souche de tous les microbes.

Si l'on observe que, dans l'Europe centrale, la forêt peut restituer à l'atmosphère, par évaporation ou transpiration, les $\frac{4}{5}$ de l'eau qu'elle en reçoit (E. Imbeaux), on se fera une idée du rôle considérable joué par la végétation spontanée dans la régénération quantitative et qualitative des eaux continentales. Ainsi se relieront très étroitement les mouvements

---

(1) L.-A. Fabre, *La végétation spontanée et le régime des eaux* (*Revue bourguignonne de l'Université de Dijon*, t. XV, n° 1). — L.-A. Fabre, *La houille blanche, ses affinités physiologiques* (*Comptes rendus du Congrès international des Mines et de la Géologie appliquée*, Liége, 1905).

hygiéniste et économiste qui s'organisent pour *protéger* le sol par la restauration de sa couverture végétale aux régions de source des rivières.

M. L. MALÉCOT adresse des *Notes complémentaires sur la Navigation aérienne*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. G.-D. HINRICHS adresse une Note *Sur le nouveau poids atomique probable de l'azote*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 SEPTEMBRE 1905.

Traité de Chimie minérale, publié sous la direction de HENRI MOISSAN, Membre de l'Institut. Tome II ; *Métalloïdes*, fasc. 2. Tome IV : *Métaux*, fasc. 2. Paris, Masson et Cie, 1905; 2 vol. in-8°. (Hommage de M. Moissan.)

Les origines de la Statique, par P. DUHEM, Correspondant de l'Institut; Tome I. Paris, A. Hermann, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société normande d'Études préhistoriques; t. XII, année 1904. Louviers, imp. Eug. Izambert, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Bestehens des eidg. Polytechnikums. Erster Teil : *Geschichte der Gründung des eidgenössischen Polytechnikums mit einer Uebersicht seiner Entwickelung* 1855-1905, von WILHELM OECHSLI. Zweiter Teil : *Die bauliche Entwicklung Zurichs in Einzeldarstellungen von Mittgliedern des Zürcher Ingenieur- und Architektenvereins*. Zurich, 1905; 2 vol. in-4°.

Les Mathématiques au Congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences, tenu à Cherbourg en août 1905, par ERNEST LEBON. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Spéléologie au XXe *siècle*, revue et bibliographie des recherches souterraines de

1901 à 1905, par M. E.-A. MARTEL. (*Spelunca;* t. VI, n° 41.) Paris, au siège de la Société de Spéléologie, 1905; 1 fasc. in-8°.

Notice sur le Moteur à gaz pauvre M. Taylor. Paris, 1903-1905; 2 fasc. in-12 oblongs.

La Science en face de la transmutation des métaux, par THÉODORE TIFFEREAU. Paris, imp. A. Quelquejeu, 1905; 1 fasc. in-8°.

La religion universelle, par LOUIS PANAFIEU. Paris, 1905; 1 vol. in-12.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; 2e série, t. VII, 1903-1904. Châlons-sur-Marne, 1905; 1 vol. in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1904-1905, 6e série, t. II. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1905; 1 vol. in-8°.

The weather-forces of the planetary atmospheres, by C. MARTI. Nidau, E. Weber, 1905; 1 fasc. in-8°.

Études des phénomènes de marée sur les côtes néerlandaises. III. *Tables des courants,* par J.-P. VAN DER STOK. Utrecht, Kemink et fils, 1905; 1 fasc. in-8°.

Beitrag zur Vervollkommnung der Luftdruckbestimmungen für wissenschaftliche Zwecke, von W. STRZODA. Cöthen, 1905; 1 fasc. in-8°.

Yearbook of the United States. Department of Agriculture, 1904. Washington, 1905; 1 vol. in-8°.

Société industrielle de Mulhouse. Programme des prix à décerner en 1906. Mulhouse, imp. Vve Bader Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

The playing cards embody a scientific record of the great pyramid, by J.-B. SMALZ. Boston, Mass., 1905; 1 fasc. in-12.

Bericht der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt am Main, vom Juni 1904 bis Juni 1905. Francfort-sur-le-Mein, 1905; 1 vol. in-8°.

Communicações da Commissão do serviço geologico de Portugal; t. VI, fasc. 1. Lisbonne, 1904-1905; 1 vol. in-8°.

Polytechnia, revista de sciencias medicas e naturales; vol. I, 1905, fasc. 1. Lisbonne; 1 fasc. in-8°.

Revista de la Real Academia de Ciencias exactas, fisicas y naturales de Madrid; t. II, n° 5, junio de 1905; t. III, n° 1, julio de 1905. Madrid; 2 fasc. in-8°.

Universidad central de España. *Memoria del curso de* 1903 *a* 1904 *y Anuario del de* 1904 *a* 1905 *de su distrito universitario que publica la Secretaria general.* Madrid, 1905; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 OCTOBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations de l'éclipse totale de Soleil du* 29-30 *août* 1905, *faites à Sfax* (*Tunisie*). Note de M. G. **Bigourdan**.

Le Bureau des Longitudes, qui avait organisé de nombreuses missions pour l'observation de cette éclipse, nous avait confié la direction de celle qui s'est installée à Sfax (Tunisie).

Les aides spécialement attachés à cette mission étaient MM. Joseph Eysséric et Paul Heitz, qui nous avaient déjà accompagné en Espagne lors de l'éclipse de 1900. Mais d'autres aides étaient nécessaires pour la manœuvre des nombreux instruments dont nous disposions. Aussi avons-nous été très heureux de voir se joindre à nous :

MM. Marcel Dehalu, astronome à l'Observatoire de Cointe (Liége),
Gustave Eysséric, étudiant,
Ginestous, chef du service météorologique à la Direction de l'Enseignement, à Tunis,
Gorissen, aide de M. Dehalu,
Kervahut, instituteur à Sfax.

En outre, divers ingénieurs de Sfax ou du voisinage ont collaboré avec nous pour l'observation des contacts et de divers phénomènes physiques. Ce sont :

MM. Bursaux, chef de l'Exploitation des mines de phosphates de Metlaoui,
Gourguechon, ingénieur des Mines à Tunis,
Jomier, chef du service des Ponts et Chaussées à Sfax,
Tronchère, sous-chef des services du Chemin de fer de Sfax à Gafsa.

Presque tous ces ingénieurs étaient accompagnés chacun de divers aides chargés d'observer tel ou tel phénomène spécial.

Enfin, par l'intermédiaire de MM. Bursaux, Ginestous, Jomier, etc., nous avons pu recueillir des observations faites à Gabès, à Sousse (M. Gresse), etc.

Il n'est pas encore possible de donner avec quelque détail les résultats obtenus : certains documents annoncés ne nous sont pas encore parvenus, et même une partie de nos propres clichés photographiques ne sont développés que depuis quelques heures; il avait paru prudent de ne pas les développer sur place, non seulement à cause de la température élevée qui régnait alors, mais aussi à cause des matières salines contenues dans les eaux dont nous disposions.

Lieu d'observation. — La ligne de l'éclipse centrale coupait le chemin de fer de Sfax à Gafsa vers Tina, à 20^{km} environ au sud de Sfax; et c'est là, près d'un phare, que j'avais d'abord songé à installer nos instruments, Mais, en un lieu aussi dénué de ressources, nous aurions rencontré des difficultés capables même de compromettre le succès de la Mission. Aussi ne pouvait-on hésiter à préférer le voisinage immédiat de Sfax, où l'on perdait à peine une seconde sur la durée de la totalité.

Grâce au bienveillant concours que nous avons rencontré partout (¹), nous avons trouvé un excellent emplacement dans l'école primaire de garçons de la ville française : les instruments astronomiques ont été dressés dans la cour et, sur la terrasse qui couronne les bâtiments de l'école nous avons trouvé, pour nos instruments météorologiques, un bon abri actuellement inoccupé, mais où l'on a poursuivi pendant plusieurs années les observations météorologiques faites à Sfax. Les instruments magnétiques enregistreurs ont été installés dans un sous-sol du théâtre.

Conditions climatériques. État du ciel. — Presque toute la partie française de la ville de Sfax est bâtie sur un terrain sablonneux, conquis très récemment sur la mer. Le vent y souffle souvent assez fort, et, comme sur une grande partie des côtes d'Afrique, il soulève un sable fin qui pénètre partout et qui est fatal aux instruments de précision. D'un autre côté, l'air marin y rouille avec une rapidité surprenante tous les organes où se

(¹) A la demande du Bureau des Longitudes, les Ministres des Affaires étrangères et de la Guerre avaient bien voulu recommander la Mission aux Autorités françaises de Tunisie. Aussi avons-nous trouvé le meilleur accueil à Tunis, auprès du Résident de France, du Général commandant les troupes d'occupation et du Directeur de l'Enseignement public. Sur leur recommandation nous avons été reçus à Sfax de la façon la plus cordiale : nous devons surtout nos plus vifs remercîments à M. Fidelle, Contrôleur et Vice-Consul de France; à M. Gau, Vice-Président de la Municipalité; à M. le colonel d'Estainville, à M. le commandant Vannier, commandant d'armes intérimaire, et à la Compagnie du chemin de fer et des phosphates de Sfax-Gafsa, qui avait bien voulu mettre à notre disposition ses puissants moyens d'action.

trouvent à nu le fer et l'acier; ainsi il est très difficile de protéger les tourillons d'un instrument méridien, de sorte qu'on a eu beaucoup de peine à obtenir des valeurs concordantes pour l'inclinaison de l'axe de rotation. Quant aux miroirs argentés, ils se ternissaient avec la plus grande rapidité, tant sous l'influence de l'air marin que du sable transporté par l'air; ce sable est ici d'autant plus nuisible qu'il est chargé de sel, parce qu'on arrose les rues de la ville avec de l'eau de mer.

Pendant notre séjour à Sfax (8 août-10 septembre), le ciel a été presque toujours sans nuages et le plus souvent très pur. Mais la fin du mois d'août a été cette année, ainsi qu'il arrive d'ordinaire, une époque de transition dans laquelle on a vu apparaître quelques nuages; et c'est ce qui a eu lieu le jour même de l'éclipse : des nuages légers ont souvent sillonné le ciel pendant l'éclipse partielle, mais ils ont peu gêné pendant la totalité; l'air était d'ailleurs bien transparent.

Détermination de l'heure. — Cette détermination a été faite avec un petit instrument méridien prêté par M. Ch. Mouchez, lieutenant de vaisseau, et qui a longtemps servi à son père pour ses travaux hydrographiques.

Observation des contacts. — Ces observations ont été faites à Sfax par MM. Bigourdan, J. Eysséric, Gourguechon et Jomier, et à Maknassy par M. Bursaux. Au second contact (commencement de la totalité), les grains de Baily ont été observés avec une netteté tout à fait remarquable.

Photographie de la couronne intérieure. — Notre principal instrument était une lunette horizontale de 10^m de foyer et de $0^m,20$ d'ouverture, placée devant un miroir monté en cœlostat. Il a été construit par M. Mailhat et était destiné à donner des photographies coronales à grande échelle, montrant les relations entre les détails de la couronne intérieure et les points correspondants de la surface solaire.

Cet appareil, manœuvré par M. Dehalu assisté de M. Gorissen, a donné deux photographies montrant de nombreux détails de la couronne intérieure. Il était disposé pour fournir un plus grand nombre de clichés; mais la seconde plaque, placée sans doute obliquement, ne s'est pas déclenchée et a ainsi arrêté les suivantes.

Les deux plaques obtenues, comme toutes celles qui avaient été préparées, portent une *échelle d'intensité* (1) qui permettra d'évaluer l'éclat relatif des diverses parties de la couronne intérieure.

---

(1) Cette échelle d'intensité a été obtenue en exposant à une lumière d'intensité connue, et avec des poses croissantes, une série de petits carrés empruntés à un des

Photographie monochromatique de la couronne. — Cette photographie a été obtenue au moyen d'un objectif très lumineux à quatre verres, d'environ $0^m,95$ de foyer et de $0^m,15$ d'ouverture, et en plaçant devant la plaque un écran vert qui arrêtait les radiations spectrales autres que celles voisines de λ530. Cet appareil, manœuvré par MM. J. Eysséric et P. Heitz, était porté par une monture parallactique entraînée par un mouvement d'horlogerie. La pose a été prolongée pendant presque toute la durée de la totalité. Le cliché obtenu montre la couronne jusqu'à 30′ environ du bord lunaire; il présente d'ailleurs deux images secondaires produites, sans doute, par quelque réflexion intérieure qui ne s'était pas révélée antérieurement. La plaque employée avait été munie d'un anti-halo des plus efficaces.

Spectroscopie. — Nous avions deux spectrographes à fente, chacun à deux prismes et produisant une déviation de 90°.

Le collecteur de lumière avait $0^m,80$ environ de foyer et $0^m,15$ d'ouverture. Les fentes étaient assez longues pour déborder considérablement le Soleil de chaque côté, de manière à obtenir la composition de la lumière coronale sur quatre points, correspondant à peu près à l'équateur et à l'axe du Soleil.

Ces deux instruments, placés sur la même monture que le précédent, ont été manœuvrés aussi par MM. J. Eysséric et Heitz.

Photométrie oculaire. — J'ai déterminé l'intensité globale de la lumière coronale en la comparant à celle d'une petite lampe électrique, au moyen d'un photomètre de Lummer qu'avait bien voulu nous prêter M. Violle. Cette petite lampe, alimentée par un courant de 2,2 volts, devait être placée à $0^m,63$ pour produire un éclairement égal à celui de la couronne. Quand des expériences de laboratoire nous auront donné l'intensité de la lampe électrique en unités photométriques courantes, nous aurons donc l'intensité de la couronne exprimée de même.

Photométrie photographique. — Un appareil spécial, et à enregistrement continu, a donné, sur trois plaques photographiques, six bandes, correspondant à autant de points du vertical solaire; ces bandes permettront de déterminer à chaque instant l'intensité de la lumière venant de chacun de ces six points. Cet appareil, construit en bois seulement, était d'une ma-

---

bords de la plaque. La lumière de comparaison employée est celle de l'acétylène brûlant dans une lampe du système de notre confrère, M. Violle, qui a bien voulu me prêter une de ses lampes.

nœuvre assez difficile; cependant MM. Ginestous et Kervahut sont parvenus à le faire marcher très régulièrement.

Influence du passage de l'ombre de la Lune sur l'état magnétique du globe. — Pour contribuer à mettre cette influence en évidence, nous avions établi à Sfax une station magnétique temporaire, comprenant les trois instruments enregistreurs ordinaires : déclinomètre, balance et bifilaire. On sait qu'une condition très importante à remplir pour mettre en évidence de petites variations magnétiques c'est de placer les instruments à l'abri des changements de température. Ce que nous avons dit sur la nature du sol où est bâtie la ville française de Sfax fera comprendre pourquoi les caves y sont fort rares. Après quelques recherches nous avons trouvé dans un sous-sol du théâtre un emplacement à peu près parfait, et que M. Gau a bien voulu faire mettre à notre disposition.

Les observations, organisées par M. Dehalu, n'ont montré de trouble magnétique notable que la veille de l'éclipse. Pour se prononcer définitivement sur l'influence de l'éclipse, il est nécessaire de comparer les courbes du 30 août à celles obtenues avant et après; mais dès maintenant on peut dire que, à Sfax, cette influence a été au moins très faible.

M. Dehalu a également déterminé à Sfax la valeur absolue des éléments magnétiques.

Météorologie et Actinométrie. — Dès notre arrivée à Sfax, nous avons installé des instruments météorologiques enregistreurs, dont quelques-uns nous avaient été prêtés par M. J. Richard, le constructeur bien connu.

A ces observations ont été ajoutées, dans la période avoisinant l'éclipse, des observations actinométriques par lecture directe, qui ont été faites par M. Gustave Eysséric : les lectures étaient assez rapprochées pour être susceptibles d'une représentation graphique; et cette représentation met bien en évidence et l'influence des nuages qui ont sillonné le ciel le 30 août, et l'influence de l'éclipse elle-même.

Dessins de la couronne à l'œil nu. — Deux de ces dessins nous ont été remis par M. Bursaux; ils ont été faits à Maknassy par MM. Aussel et Teste, et il sera intéressant de les comparer aux représentations de la couronne fournies par la Photographie.

Observation des ombres volantes. — Ce phénomène, un des plus frappants qui accompagnent les éclipses de Soleil, a été observé cette fois en beaucoup d'endroits de Sfax ou des environs, et par un grand nombre d'observateurs. En général, c'étaient des bandes sinueuses et ondulantes à peu près parallèles, dirigées souvent vers le Soleil et se déplaçant perpendicu-

lairement à leur direction, avec la vitesse moyenne d'un homme au pas.

Dans les éclipses précédentes, je n'avais pas eu l'occasion d'observer ces bandes, et peut-être cette fois encore elles m'auraient échappé si un autre observateur ne les avait signalées, parce que je cherchais à observer le deuxième contact. Dans le court instant que j'ai consacré à l'examen de ces ombres elles offraient, sur le sable, et à la régularité près, l'aspect des ombres produites par une légère fumée. Nous avons pu recueillir sur ce phénomène intéressant des observations nombreuses qui seront discutées plus tard.

Obscurité de l'éclipse. Visibilité des étoiles. — La durée de la totalité (3^m30^s) était cette fois bien plus longue que dans l'éclipse de mai 1900 (1^m15^s). Cependant on s'accorde à dire que le 30 août dernier l'obscurité a été moins grande qu'en 1900; telle est l'opinion de notre collaborateur M. Heitz qui, dans les deux éclipses, manœuvrait à peu près les mêmes instruments, et qui pouvait examiner le ciel à loisir pendant la totalité.

Les astres qui ont été visibles à l'œil nu sont Vénus, Mercure et Régulus; cependant un quatrième paraît avoir été vu un instant par des observateurs que M. Jomier avait chargés spécialement de surveiller la visibilité des étoiles.

Observations diverses. — Les animaux ont été influencés comme à l'ordinaire par l'arrivée de l'éclipse : les oiseaux, les pigeons, par exemple, ont regagné leur gîte; les chauves-souris se sont montrées, etc.

Les hommes ont également été influencés, et des témoins dignes de foi nous ont cité une localité des environs de Sfax où cinq femmes sur dix se sont évanouies de terreur à l'arrivée de la totalité.

MÉCANIQUE. — *Sur les lois du frottement de glissement.* Note de M. Paul Painlevé.

1. Dans une Communication antérieure (*Comptes rendus,* 21 août 1905) j'ai discuté les cas d'*ambiguïté* qui se présentent quand on applique les lois du frottement de glissement dites *lois de Coulomb* aux solides *rigides*. Ce sont les cas d'*impossibilité* qu'introduit l'application de ces mêmes lois que j'étudierai dans cette Note.

Comme dans ma Communication précédente je me borne à considérer un système formé d'une tige rectiligne rigide AB *non homogène*, dont l'extrémité A glisse (dans un plan vertical) sur une droite fixe horizontale Ox.

La liaison peut être *bilatérale* ou *unilatérale :* si elle est *bilatérale,* le point matériel A glisse entre deux droites fixes horizontales très voisines Ox et O_1x_1 qui ne le *serrent* pas (¹). Si la liaison est *unilatérale,* je suppose A placé *au-dessus* de Ox et pouvant se soulever *au-dessus* de cette horizontale : la réaction (R) de Ox vers A est alors nécessairement dirigée vers le haut. Enfin la tige AB n'est soumise à d'autres forces données que la pesanteur.

Je représente par m la masse de la tige AB, par mk^2 son moment d'inertie autour de son centre de gravité G, par l la distance AG. Je suppose qu'à l'instant t considéré le point G est *au-dessous* de Ox et que la vitesse du point A (vitesse de *glissement*) est dirigée selon la projection AH de AG sur Ox.

Dans ces conditions, si la liaison est *unilatérale,* on voit aussitôt que A ne saurait se soulever au-dessus de Ox; A glisse donc (au moins pendant un certain temps) sur Ox : soient N et F les valeurs absolues (à l'instant t) des composantes verticale et horizontale de la réaction (R); (N) est dirigée vers le haut et (F) dans le sens HA. Soient enfin ω la rotation instantanée du disque et h, d les distances de G à l'horizontale Ox et à la verticale du point A ($h > 0$ et $d > 0$ varient avec l'instant t, mais $h^2 + d^2 = l^2$). On a, entre F et N, la relation

$$(1)\qquad N - F\frac{hd}{d^2+k^2} = \frac{m(g+h\omega^2)}{\left(1+\frac{d^2}{k^2}\right)} \equiv \rho;$$

le deuxième membre ρ de (1) représente la valeur de la réaction normale qu'exercerait Ox sur A, à l'instant t, dans les mêmes conditions, *s'il n'y avait pas frottement.*

Quand la liaison est *bilatérale,* la relation (1) subsiste à condition de représenter par N la valeur absolue de la composante normale de (R), précédée du signe + ou du signe — suivant qu'elle est dirigée vers le haut ou vers le bas. La relation (1) montre alors que N ne peut être négatif; A presse sur Ox (et non sur O_1x_1). D'où cette conclusion :

Que la liaison soit unilatérale ou bilatérale, le point A *à l'instant t considéré presse sur* Ox, *et les composantes verticale et horizontale de la réaction, prises en valeur absolue, soit* N *et* F, *satisfont à la relation* (1).

La relation (1) entraîne aussitôt l'inégalité

$$(2)\qquad \frac{F}{N} < \frac{1}{h}\left(d+\frac{k^2}{d}\right).$$

Donc, *tant que* G *reste au-dessous de* Ox *et que la vitesse de* A *ne s'annule pas,* l'inégalité (2) est vérifiée, et *cela quelles que soient les substances en contact.*

Soit f le coefficient de frottement de glissement qu'introduisent les lois

(¹) Autrement dit, A ne peut presser à la fois les deux droites Ox et O_1x_1.

de Coulomb pour deux substances données : si, à l'instant t, on a

$$f \geqq \frac{d}{h} + \frac{k^2}{dh}, \tag{3}$$

il y a contradiction entre les lois de Coulomb et l'inégalité (3). *Les lois de Coulomb sont donc inadmissibles* [1] *tant que* G *reste au-dessous de* Ox, *que la vitesse de* A *est de sens* AH *et enfin que la condition* (3) *est vérifiée.*

2. *Réalisation des conditions initiales singulières.* — Les conditions initiales singulières que je viens de signaler peuvent d'ailleurs être réalisées de bien des manières. Par exemple, la liaison précédente étant bilatérale, supposons AB placé, sans vitesse, dans une position presque horizontale, et exerçons sur lui en A une force horizontale Φ très grande, dirigée dans le sens AH. On voit aisément que A *pressera sur* O_1x_1 (et non sur Ox) et se mettra en mouvement dans le sens AH (c'est-à-dire dans le sens de Φ), d'autant plus rapidement que Φ sera plus grand; en même temps, G descend. Au moment où AB atteint les positions singulières définies par (3), supprimons rapidement la force Φ; la pression normale N s'annule à l'instant t_1 où

$$\Phi = m(g + h\omega^2)\frac{k^2}{hd}$$

et change de sens; et à partir de cet instant t_1 on se trouve dans les conditions où les lois de Coulomb sont inadmissibles.

3. Considérons encore l'exemple de M. Chaumat. Soient Ox et Oy deux demi-droites fixes d'un plan vertical, la première horizontale, l'autre oblique, dirigée *au-dessus* de Ox et faisant avec Ox un angle aigu α. Une roue homogène, pesante, de masse m, située dans l'angle xOy, glisse avec frottement sur la droite Ox (au-dessus de laquelle elle peut se soulever), et sans frottement le long de la droite Oy, dont elle peut s'écarter dans le sens Ox. La roue est abandonnée à l'instant t_0, avec une vitesse initiale de rotation ω_0, *de sens* xOy, son centre étant immobile.

On voit aisément que la roue ne peut ni se soulever au-dessus de Ox, ni abandonner Oy, elle reste donc en contact avec Ox et Oy, et, si N et F sont les composantes verticale et horizontale (en valeur absolue) de la réaction de Ox sur la roue, on a la relation

$$N - F\cot\alpha = mg, \tag{4}$$

relation qui est vérifiée tant que la vitesse de rotation de la roue n'est pas détruite et qui entraîne l'inégalité

$$\frac{F}{N} < \tan\alpha. \tag{5}$$

---

[1] Il en est de même de toutes les lois empiriques du frottement *à sec,* lois dans lesquelles on admet que $\frac{F}{N}$ est une fonction de N et de w (vitesse de glissement), *qui croît avec* N; car ces lois satisfont toutes à l'inégalité $F > fN$ (f désignant une constante).

On peut, d'ailleurs, de bien des manières, donner à la roue une vitesse de rotation initiale arbitraire. Imaginons, par exemple, qu'on la suspende par son axe à un fil élastique vertical fixé par son autre extrémité O et qui, lorsqu'il a une certaine longueur l, maintient la roue en équilibre, c'est-à-dire exerce sur le centre de la roue une tension égale et directement opposée au poids de la roue. La roue étant ainsi suspendue au fil de longueur l, et en contact avec Ox et Oy, *n'exerce sur ces deux droites aucune réaction;* on peut lui donner une vitesse de rotation arbitraire, qui se conservera ensuite indéfiniment (si on néglige les légers frottements sur l'axe de la roue), c'est-à-dire, en fait, très longtemps. La roue une fois mise en rotation dans le sens xOy, si on coupe le fil, on se trouve dans des conditions initiales exceptionnelles.

Au lieu de couper le fil, abaissons très légèrement son point supérieur O de suspension, de la hauteur ε par exemple; la relation (4) subsiste à cela près que, dans le second membre, mg est remplacé par $mg' = mg - \tau$, τ désignant la tension du fil élastique : τ varie de mg à zéro quand ε, variant à partir de zéro, atteint la valeur pour laquelle le fil est détendu; mg' peut donc prendre toutes les valeurs de zéro à mg. *Si petit que soit* mg', les lois de Coulomb sont inadmissibles quand $\operatorname{tang}\alpha \leqq f$.

4. *Réponse à quelques objections.* — On a fait, aux raisonnements précédents, quelques objections.

Une première objection consiste à dire que les conditions initiales signalées sont irréalisables.

C'est ainsi, nous dit-on, que, dans l'exemple de M. Chaumat, il est impossible de faire tourner la roue (d'abord immobile) dans le sens xOy, si grand que soit le couple qu'on lui applique. Il y a arc-boutement.

Je crois inutile, après ce qui précède, de répondre à cette objection qui ne peut provenir que de lecteurs superficiels. Les conditions initiales singulières sont réalisables d'une infinité de manières.

Une seconde objection est la suivante :

Les conditions singulières sont réalisables, mais elles ne se sont jamais réalisées que pendant un temps extrêmement court. C'est ainsi que, dans l'exemple de M. Chaumat, la rotation initiale sera détruite presque instantanément par le frottement; la chose est évidente ([1]) puisque, au repos, le frottement contrebalance tout couple moteur *si grand qu'il soit*. C'est un cas d'*arc-boutement dynamique*. Or, quand on met deux corps en contact (même sans choc), ou quand leurs réactions mutuelles subissent une variation brusque, il se produit une très courte période troublée, pendant laquelle les lois de Coulomb ne s'appliquent pas. En un mot, les lois de Coulomb sont vraies; seulement il ne faut pas les appliquer dès la mise en contact, mais un peu après, quand

---

([1]) Cette raison n'est d'ailleurs pas fondée, comme le montre une analyse précise des phénomènes d'arc-boutement.

le régime normal est établi. Ceci admis, pour lever toute difficulté, il suffit de supposer que le rapport $\frac{F}{N}$, au lieu d'être immédiatement égal à f, part de zéro pour croître très rapidement jusqu'à f (à moins que la vitesse de glissement ne s'annule auparavant); si l'on applique cette hypothèse à l'étude des conditions initiales singulières, on constate que le glissement sera détruit en un temps très court, plus court que la période troublée, et l'on ne se trouvera plus dans les conditions singulières.

Telle est l'explication proposée par M. Lecornu [1] et, après lui, par M. de Sparre.

Je remarque, tout d'abord, que mes contradicteurs sont d'accord avec moi sur cette conclusion : *Tant que les conditions singulières signalées sont réalisées, les lois de Coulomb sont en contradiction avec la Dynamique des solides rigides*. Seulement, pour eux, le temps pendant lequel ces conditions sont réalisées et, par suite, pendant lequel les lois de Coulomb ne s'appliquent pas, est extrêmement court. C'est là le point qui reste à discuter.

Quand on met deux solides en contact (c'est-à-dire quand leur réaction mutuelle passe brusquement de zéro à une valeur finie), c'est chose fort admissible *a priori* que le rapport $\frac{F}{N}$ n'acquière pas immédiatement sa valeur normale f. Mais pourquoi penser que $\frac{F}{N}$ tend vers sa valeur f par valeurs *inférieures* plutôt que par valeurs *supérieures?* Si F partait de zéro, N ayant déjà une valeur finie, il n'y aurait aucun doute : mais F et N partent simultanément de zéro. L'assimilation aux lois du frottement au repos n'est pas sérieuse, et l'hypothèse d'après laquelle $\frac{F}{N}$ partirait d'une valeur supérieure à f me paraît aussi vraisemblable que l'hypothèse d'après laquelle $\frac{F}{N}$ part de zéro. En un mot, pour justifier l'hypothèse par laquelle MM. Lecornu et de Sparre veulent lever la contradiction signalée, je n'aperçois, pour ma part, d'autre raison précise que la nécessité même d'échapper à cette contradiction.

En outre, dans toute la théorie des chocs vulgaires (théorie du billard, etc.), on admet, d'après Morin, que $\frac{F}{N}$ est égal à f. Si l'on adopte l'hypothèse précédente, cette théorie est entièrement à refaire. De plus, on se trouve en présence de percussions d'un nouveau genre, que j'ai appelées *percussions sans choc,* entendant par là que la mise en contact de deux solides entraînerait une variation *brusque* de leurs vitesses, bien que leurs vitesses se raccordent aux points de contact, et que, par conséquent, les deux corps ne se *heurtent* pas.

---

(1) Je laisse entièrement de côté, dans cette Note, la seconde explication proposée par M Lecornu, où il conserve *rigoureusement* les lois de Coulomb à chaque instant, mais où il tient compte de la *déformation* des solides. Je reviendrai prochainement sur ce sujet.

Mais passons sur ces difficultés. Voici deux arguments qui me semblent décisifs contre l'explication de MM. Lecornu et de Sparre.

Tout d'abord on peut réaliser les conditions singulières sans que les réactions mutuelles des deux solides subissent de variation brusque. Dans l'exemple de M. Chaumat, tel qu'il a été supposé réalisé au n° 3, il suffit de faire descendre le point de suspension O du fil élastique d'une façon lente et continue (à partir de sa position primitive); les réactions de Ox et de Oy sur la roue varieront d'une façon lente et continue à partir de zéro. Il n'y a dès lors pas de raison pour qu'une période *troublée* se produise au début plutôt qu'à tout autre instant du mouvement.

Le second argument est le suivant : l'explication proposée exige essentiellement que les conditions singulières ne soient jamais réalisées que *pendant un temps très court.* Or, dans l'expérience décrite au n° 3, quand on ne touche pas au point de suspension O du fil élastique, la roue garde quasi-indéfiniment sa vitesse de rotation et, quand on lui applique un couple de même sens, sa vitesse s'accélère proportionnellement au couple. Au contraire, *si faible que soit la hauteur* ε *dont on abaisse le point* O, on se trouve dans les conditions singulières, et la roue devrait se bloquer presque instantanément quelle que fût la vitesse acquise (et quel que fût le couple appliqué). C'est là une conclusion absolument contraire au *principe de continuité* des phénomènes : par exemple, quand il n'y a pas de couple, il est évident que, pour des valeurs de ε tendant vers zéro, le temps pendant lequel la roue gardera sa vitesse croîtra quasi-indéfiniment.

Je ne puis donc que répéter la conclusion que j'ai énoncée jadis : « *Il y a contradiction logique, dans des conditions réalisables, entre les lois de Coulomb et la Dynamique des solides rigides.* » Et j'ajoute : « *Les conditions dans lesquelles cette contradiction se manifeste peuvent être réalisées pendant une durée aussi grande qu'on veut.* »

5. *De l'arc-boutement.* — Je dirai enfin quelques mots des phénomènes d'arc-boutement dont il a été fait grand état dans cette discussion. Tout d'abord, lors même que les lois classiques du frottement *au repos* seraient vérifiées rigoureusement dans toutes leurs conséquences, on n'en pourrait tirer aucun argument pour expliquer ou pour contredire mon objection aux lois du frottement *de glissement.* En effet, cette objection découle uniquement de l'égalité (1) ou analogue qui relie les composantes normale et tangentielle N et F de la réaction, égalité qui impose à $\frac{F}{N}$ une limite supérieure indépendante des substances en contact. Or, l'égalité en question et l'inégalité correspondante sont nécessairement vérifiées dans tous les cas

de frottement au repos (en particulier, dans tous les cas d'équilibre ou d'arc-boutement) et il ne peut y avoir contradiction entre cette égalité et l'inégalité du frottement au repos : $|F| < f|N|$.

En un mot, l'inégalité qui s'oppose aux lois de Coulomb dans certains cas de *glissement* est vérifiée d'elle-même dans tous les cas de frottement au repos.

Mais je vais plus loin : les lois du frottement au repos, bien loin de fournir une réponse aux critiques que j'ai adressées aux lois du frottement de glissement, n'échappent pas à ces critiques. Lors même qu'on les corrige par la restriction indispensable énoncée dans ma dernière Note, elles conduisent, pour des exemples réalisables, à des conclusions qui, si elles n'impliquent pas contradiction comme dans le cas du glissement, sont du moins essentiellement contraires au principe de continuité. Mais je me borne ici à ces indications pour ne pas mêler deux questions qui doivent être distinguées.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 30 *août* 1905, *à l'Observatoire de Marseille*. Note de M. **Stéphan**.

L'éclipse de Soleil du 30 août 1905 a été observée à l'Observatoire de Marseille dans des conditions atmosphériques très satisfaisantes. Sous l'influence d'une brise de Nord-Ouest modérée (léger mistral), qui soufflait depuis le matin, le bleu du ciel était devenu assez intense. Quelques cirro-cumulus se montrèrent épars pendant la première moitié du phénomène, mais aucun ne vint passer dans le voisinage du Soleil ; d'ailleurs ils se dissipèrent rapidement et durant toute la seconde partie la voûte céleste fut d'une pureté complète.

Cinq observateurs ont participé aux observations :

MM. Coggia. — Chercheur équatorial d'Eichens. Distance focale $2^{m},10$. Objectif diaphragmé à 56^{mm}.

Esmiol. — Équatorial d'Eichens. Distance focale $3^{m},10$. Objectif diaphragmé à 42^{mm}.

Fabry. — Petit équatorial de Secrétan, appartenant à la Faculté des Sciences. Distance focale $1^{m},31$. Objectif non diaphragmé de 92^{mm}.

Lubrano. — Lunette azimutale assez médiocre, provenant de l'ancien Observatoire de Marseille. Distance focale $1^{m},90$. Objectif diaphragmé à 38^{mm}.

Maitre. — Lunette terrestre azimutale de Dollond. Distance focale $1^{m},20$. Objectif non diaphragmé de 68^{mm}.

M. Maitre, chargé des observations météorologiques, ne s'est pas appliqué à noter avec précision les instants des contacts. Il observait par projection sur un écran, tandis que les autres observateurs ont visé directement au moyen de verres foncés.

Voici, en temps moyen de Paris, les nombres obtenus pour les instants des contacts :

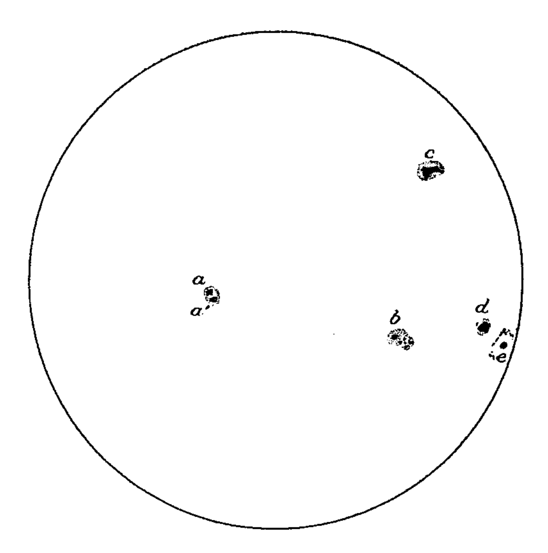
	Premier contact.	Deuxième contact.
	h m s	h m s
Coggia	0.11.55	2.44.58
Esmiol	0.11.52	2.45. 0
Fabry	0.12. 0,1	2.44.56,5
Lubrano		2.44.57

On en déduit comme moyennes :

	h m s
Premier contact	0.11.55,7
Deuxième contact	2.44.57,9

Une dizaine de secondes avant le premier contact, MM. Coggia et Esmiol ont vu le bord du Soleil se colorer d'un mince liséré légèrement orangé. Cette teinte à contours mal définis, qui s'est évanouie à l'instant même du contact, avait une épaisseur approximative de 2 minutes et s'étendait en s'amincissant jusqu'à 5 degrés environ de part et d'autre du point de tangence.

Outre ces observations du commencement et de la fin de l'éclipse, on a observé les occultations par la Lune de quatre des cinq groupes de taches



qui occupaient sur le disque du Soleil les positions marquées sur le schéma ci-dessus.

	Immersion.				Émersion.	
	Coggia.	Esmiol.	Lubrano.		Lubrano.	
	h m s	h m s	h m s		h m s	
a...	0.50.18 (comm^t)	0.50.15 (comm^t)	0.50.22 (milieu)			
a' .	0.50.40 (comm^t)	0.50.32 (comm^t)	0.50.44 (milieu)	*a'*...	2. 3.46 (fin)	
b...	1.16.29 (comm^t)	1.16.31 (comm^t)	1.16.28 (milieu)	*b* ...	2.26.53 (fin)	(un peu douteux)
c...	1.19.15 (comm^t)	1.19.15 (comm^t)	1.19.13 (comm^t)	*c*....	2.35.38 (comm^t)	(id.)
	1.20.12 (fin)	1.20.10 (fin)	1.20.11 (fin)	*c*....	2.36.37 (fin)	
d...	1.28.21 (comm^t)	1.28.32 (comm^t)	1.28.23 (milieu)	*d* ...	2.39. 6	

Ces nombres se rapportent aux noyaux des taches et, comme pour les contacts, sont exprimés en temps moyen de Paris.

A la suite de ces observations principales, les observateurs ont relevé d'autres détails secondaires.

L'éclipse étant presque totale à Marseille, puisque les neuf dixièmes du diamètre solaire ont été cachés, la diminution de la lumière a été très sensible.

La planète Vénus a été visible pendant une heure environ.

On a vu avec netteté, sous les arbres, les images solaires bien connues en forme de croissant et M. Maitre en a fait des photographies.

A l'approche du moment de la plus grande phase, on a eu l'impression d'une demi-obscurité distincte de l'aube ou du crépuscule ordinaires; une teinte jaunâtre sans vigueur s'étendait sur les objets et sur le terrain environnant; l'horizon ouest paraissait noyé dans une lueur violacée; la mer, située de ce côté par rapport à l'Observatoire, avait perdu son éclat.

La brise étant assez fraîche, « le coup de vent d'éclipse », s'il s'est produit, est passé inaperçu.

Le baromètre n'a éprouvé aucune oscillation.

Quant à la température, ainsi qu'on le constate par le Tableau qui suit, elle ne s'est abaissée que de 2° :

h m	°	
0. 0...........	21,7	
0.15...........	21,2	
0.30...........	21,2	
0.45...........	21,4	
1. 0...........	20,5	
1.15...........	20,9	
1.30...........	20,1	
1.45...........	19,8	
1.47...........	19,7	(minimum relevé à l'enregistreur)
2. 0...........	19,9	
2.15...........	20,3	
2.30...........	20,9	
2.45...........	21,3	
3. 0...........	21,5	

Ainsi le minimum s'est produit 19 minutes environ après la plus grande phase

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** communique à l'Académie deux Rapports transmis par le Vice-Consulat de France, à Messine, à M. le Ministre des Affaires étrangères, relativement aux récents tremblements de terre ressentis en Sicile et en Calabre.

(Renvoi à la Commission de Sismologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

L'évolution de la matière, par M. le Dr Gustave Le Bon. (Présenté par M. H. Poincaré.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques équations différentielles linéaires du second ordre*. Note de M. **Richard Fuchs**, présentée par M. Poincaré.

Les recherches suivantes se fondent sur les travaux de mon père, L. Fuchs, publiés dans les *Sitzungsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften*, 1888-1898 : *Ueber lineare Differentialgleichungen, deren Substitutionsgruppe von einem in den Coefficienten auftretenden Parameter unabhängig ist.*

Je me propose de chercher la forme d'une équation différentielle linéaire du second ordre telle que les points singuliers essentiels soient $0, 1, t, \infty$ et que les coefficients des substitutions, qu'un système fondamental d'intégrales y_1, y_2 subit avec les circulations de la variable x, soient arbitraires et indépendants de t. La connexion de ce problème avec le problème de Riemann (voir les travaux de M. Schlesinger, *Journal de Crelle*, t. 123, 124, 130) est évident.

Suivant les résultats de M. Poincaré obtenus dans les *Acta Mathematica*, t. IV, p. 217-219, il faut que, outre les points singuliers essentiels, il existe un point singulier non essentiel, que je désigne par λ.

Soit ainsi l'équation

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2y}{dx^2} = \Big[\dfrac{a}{x^2} + \dfrac{b}{(x-1)^2} + \dfrac{c}{(x-t)^2} \\ \qquad + \dfrac{\alpha}{x} + \dfrac{\beta}{x-1} + \dfrac{\gamma}{x-t} + \dfrac{e}{(x-\lambda)^2} + \dfrac{\varepsilon}{x-\lambda}\Big] y. \end{cases}$$

a, b, c, e sont indépendants de x et de t; α, β, γ, ε sont des fonctions de t indépendantes de x. D'après la supposition faite, il existe (1) une équation

$$(2)\qquad \frac{\partial y_i}{\partial t} = \mathrm{B}y_i + \mathrm{A}\frac{\partial y_i}{\partial x},$$

où B et A sont des fonctions rationnelles de x dont A satisfait (2) l'équation

$$(3)\qquad \frac{\partial p}{\partial t} = \mathrm{A}\frac{\partial p}{\partial x} + 2p\frac{\partial \mathrm{A}}{\partial x} - \frac{1}{2}\frac{\partial^3 \mathrm{A}}{\partial x^3},$$

si l'on désigne par p le coefficient de y dans l'équation (1). Pour la fonction A, je trouve la forme

$$(4)\qquad \mathrm{A} = -\frac{x(x-1)}{x-\lambda}\,\frac{t-\lambda}{t(t-1)}.$$

En substituant cette expression dans (3), on obtient des équations de condition qui sont satisfaites, quand la fonction λ de t est intégrale de l'équation

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\lambda}{dt^2} + \Big[\dfrac{1}{t} + \dfrac{1}{t-1} + \dfrac{1}{\lambda-t}\Big]\dfrac{d\lambda}{dt} - \dfrac{1}{2}\Big[\dfrac{1}{\lambda} + \dfrac{1}{\lambda-1} + \dfrac{1}{\lambda-t}\Big]\Big(\dfrac{d\lambda}{dt}\Big)^2 \\ \quad = \dfrac{1}{2}\,\dfrac{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}{t^2(t-1)^2}\Big[k_\infty - k_0\dfrac{t}{\lambda^2} + k_1\dfrac{t-1}{(\lambda-1)^2} - (k_t-1)\dfrac{t(t-1)}{(\lambda-t)^2}\Big], \end{cases}$$

en posant

$$-4(k-1) + 4a + 4b + 4c = k_\infty \qquad (k = \text{const.}),$$
$$4\Big(a+\frac{1}{4}\Big) = k_0, \qquad 4\Big(b+\frac{1}{4}\Big) = k_1, \qquad 4\Big(c+\frac{1}{4}\Big) = k_t.$$

Les quantités k, a, b, c ou k_0, k_1, k_t, k_∞ restent arbitraires, la quantité e

---

(1) L. Fuchs, *Berliner Sitzungsberichte*, 1888, p. 1278-1282.
(2) L. Fuchs, *Berliner Sitzungsberichte*, 1894, p. 1124.

reçoit la valeur $\frac{3}{4}$. Les α, β, γ, ε seront des fonctions rationnelles de λ et de $\frac{d\lambda}{dt}$:

$$(6)\quad\begin{cases}\alpha = \dfrac{k\lambda}{t} - \dfrac{\lambda(2\lambda-t-1)^2}{4t(\lambda-1)(\lambda-t)} - \rho\dfrac{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}{t} + \dfrac{1}{4}\dfrac{t(t-1)^2}{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\left[\dfrac{d\lambda}{dt} - \dfrac{\lambda-1}{t-1}\right]^2, \\ \beta = -\dfrac{k(\lambda-1)}{t-1} + \dfrac{(\lambda-1)(2\lambda-t)^2}{4(t-1)\lambda(\lambda-t)} + \rho\dfrac{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}{t-1} - \dfrac{1}{4}\dfrac{t^2(t-1)}{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\left[\dfrac{d\lambda}{dt} - \dfrac{\lambda}{t}\right]^2, \\ \gamma = \dfrac{k(\lambda-t)}{t(t-1)} - \dfrac{(\lambda-t)(2\lambda-1)^2}{4t(t-1)\lambda(\lambda-1)} - \rho\dfrac{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}{t(t-1)} + \dfrac{1}{4}\dfrac{t(t-1)}{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\left[\dfrac{d\lambda}{dt}\right]^2, \\ \varepsilon = -\alpha-\beta-\gamma = -\dfrac{1}{2}\dfrac{2\lambda-1}{\lambda(\lambda-1)} - \dfrac{1}{2}\dfrac{t(t-1)}{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\dfrac{d\lambda}{dt}, \\ \rho = \dfrac{a}{\lambda^2} + \dfrac{b}{(\lambda-1)^2} + \dfrac{c}{(\lambda-t)^2}.\end{cases}$$

Le nombre des constantes est justement celui qu'il faut pour déterminer les coefficients des substitutions données pour les points singuliers 0, 1, t.

L'équation (5) en λ peut être mise sous une forme remarquable. En posant

$$(7)\qquad u = \int_0^\lambda \frac{d\lambda}{\sqrt{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}}$$

on a

$$(8)\quad\begin{cases}\dfrac{d^2u}{dt^2} + \dfrac{2t-1}{t(t-1)}\dfrac{du}{dt} + \dfrac{u}{4t(t-1)} \\ \quad = \dfrac{\sqrt{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}}{2t^2(t-1)^2}\left[k_\infty - k_0\dfrac{t}{\lambda^2} + k_1\dfrac{t-1}{(\lambda-1)^2} - k_t\dfrac{t(t-1)}{(\lambda-t)^2}\right].\end{cases}$$

Le premier membre est le premier membre de l'équation de Legendre, le second est une fonction doublement périodique de u.

On aura un cas spécial intéressant en choisissant $k_\infty = k_0 = k_1 = k_t = 0$. Dans ce cas, les racines des équations déterminantes fondamentales pour tous les points singuliers essentiels sont égales. Ainsi, on déduira cette équation de l'équation de λ de la même façon qu'on déduit l'équation de Legendre de l'équation de Gauss en prenant les α, β, γ de Gauss de façon que ces racines soient égales.

Le cas spécial donne le résultat suivant : les coefficients des substitutions de y_1, y_2 en circulant les points singuliers pour l'équation

$$(9)\quad \frac{d^2y}{dx^2} + \left[\frac{1}{4x^2} + \frac{1}{4(x-1)^2} + \frac{1}{4(x-t)^2} - \frac{1}{4(x-\lambda)^2} - \frac{\alpha}{x} - \frac{\beta}{x-1} - \frac{\gamma}{x-t} - \frac{\varepsilon}{x-\lambda}\right]y = 0$$

sont indépendants de t, quand u, défini par l'équation

$$u = \int_0^\lambda \frac{d\lambda}{\sqrt{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}},$$

satisfait à l'équation de Legendre :

$$2t(t-1)\frac{d^2u}{dt^2} + 2(2t-1)\frac{du}{dt} + \frac{1}{2}u = 0$$

et qu'on a

$$\alpha = \frac{1}{4}\left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{t} - 1\right] + \frac{t(t-1)^2}{4\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\left[\frac{d\lambda}{dt} - \frac{\lambda-1}{t-1}\right]^2,$$

$$\beta = \frac{1}{4}\left[\frac{1}{\lambda-1} - \frac{1}{t-1} + 1\right] - \frac{t^2(t-1)}{4\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\left[\frac{d\lambda}{dt} - \frac{\lambda}{t}\right]^2,$$

$$\gamma = \frac{1}{4}\left[\frac{1}{\lambda-t} + \frac{1}{t} + \frac{1}{t-1}\right] + \frac{t(t-1)}{4\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\left[\frac{d\lambda}{dt}\right]^2,$$

$$\varepsilon = -\alpha - \beta - \gamma = -\frac{1}{2}\left[\frac{1}{\lambda} + \frac{1}{\lambda-1}\right] - \frac{1}{2}\frac{t(t-1)}{\lambda(\lambda-1)(\lambda-t)}\frac{d\lambda}{dt}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les surfaces minima*. Note de M. S. **Bernstein**, présentée par M. E. Picard.

L'équation des *surfaces minima* est une des équations du type elliptique qui a le plus attiré l'attention des géomètres du XIX[e] siècle. On n'a cependant pas donné de solution générale et rigoureuse au problème de Plateau ou de Dirichlet. Nous proposons de l'aborder par la *méthode paramétrique* (1) qui donne cette solution sous forme de série de Mittag-Leffler par rapport à un paramètre α et sous forme d'une série normale par rapport à x et y. Cette méthode nous a montré que *dans la plupart des cas la possibilité d'un problème de Dirichlet était caractérisée par le fait que la solution de l'équation en question ne pouvait avoir de ligne singulière analytique* (nous voulons dire par là que, si une solution existe d'un côté de la courbe analytique $x = f(\theta)$, $y = \varphi(\theta)$, $z = \psi(\theta)$, elle peut être prolongée analytiquement de l'autre côté de cette courbe). En particulier, il est facile de se rendre compte que dans le cas des surfaces minima *le problème de Plateau sera possible si le théorème* A *est exact.*

(1) *Comptes rendus*, 24 octobre 1904 et 29 mai 1905.

THÉORÈME A. — *Une surface minima ne peut pas avoir de ligne singulière analytique.*

La démonstration de ce théorème se ramène, en vertu de la théorie classique et moyennant quelques remarques supplémentaires, au théorème :

THÉORÈME B. — *Soient x, y, z trois fonctions harmoniques de u et v. Si, sur un segment de la droite $v = 0$, on a les trois relations analytiques*

$$(1)\quad f(x, y, z) = 0, \qquad \varphi(x, y, z) = 0, \qquad \frac{\partial x}{\partial u}\frac{\partial x}{\partial v} + \frac{\partial y}{\partial u}\frac{\partial y}{\partial v} + \frac{\partial z}{\partial u}\frac{\partial z}{\partial v} = 0,$$

x, y et z sont pour $v = 0$ analytiques par rapport à u et v.

En effet, on peut, par un changement de fonctions, remplacer les conditions (1) par les suivantes :

$$(2)\qquad x = 0, \qquad y = 0, \qquad \frac{\partial z}{\partial u} = a(z).b(v)$$

[$a(z)$ et $b(v)$ étant analytiques]

et la démonstration s'achève sans difficulté.

Ainsi la possibilité du problème de Plateau se trouve d'abord démontrée dans le cas d'un concours analytique. Et, en considérant ensuite un contour quelconque à courbure différente, en général, de zéro, comme limite de contour analytique, on résout le problème de Plateau avec la même généralité que celui de Dirichlet pour l'équation de Laplace.

Le théorème B nous donne l'occasion d'indiquer une proposition très générale qui doit servir de base à l'application de la méthode paramétrique à des problèmes plus compliqués que celui de Dirichlet. Nous nous bornons pour fixer les idées aux fonctions harmoniques :

THÉORÈME C. — *Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ n fonctions harmoniques. Si, sur un contour circulaire (pour fixer les idées) on a n relations analytiques de la forme*

$$\frac{\partial x_i}{\partial \rho} = f(x_1, x_2, \ldots, x_n, \theta),$$

aucune des fonctions n'admet la circonférence comme coupure.

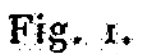
PHOTOGRAPHIE. — *Vérifications expérimentales de la forme ondulatoire de la fonction photographique.* Note de M. ADRIEN GUÉBHARD.

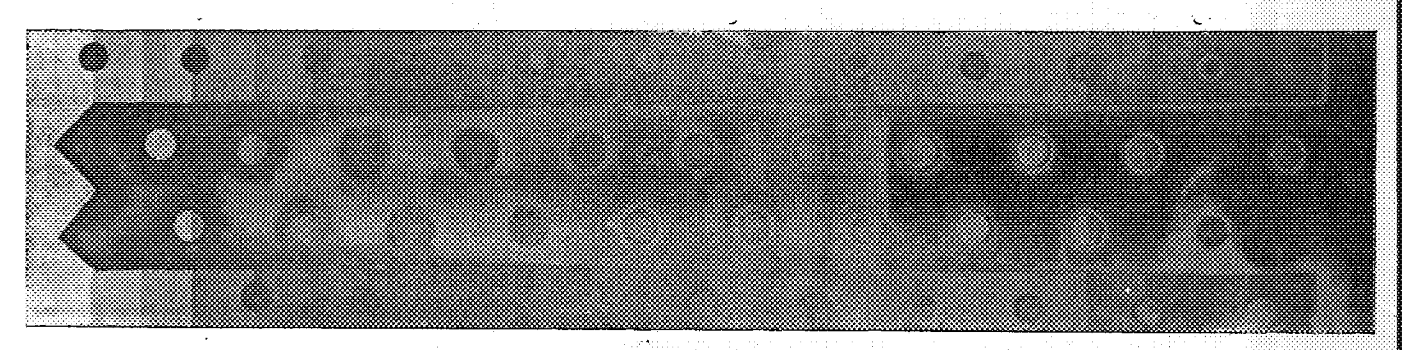
Si de précédentes expériences (1) m'avaient permis d'affirmer la réascension de la courbe figurative de la fonction photographique après sa première chute au voisinage de zéro, c'est-à-dire la réalité objective du

(1) *Journal de Physique*, 4e série, t. IV, 1905, p. 334, figure 2.

deuxième renversement de M. Janssen (¹), anciennement mis en doute par MM. A. et L. Lumière (²), mais vérifié en dernier lieu micrographiquement par M. Lüppo-Cramer (³), il ne m'avait pas été possible encore d'atteindre au deuxième maximum, corrélatif du *troisième état neutre* de M. Janssen, ni surtout au minimum ultérieur qu'avait figuré, sans plus de références, H.-W. Vogel (⁴). Or, des expositions prolongées à la lumière du ciel, depuis le 30 juillet jusqu'au 12 septembre, époque pendant laquelle la station météorologique de Saint-Vallier-de-Thiey (Alpes-Maritimes) n'a enregistré que 9 jours de nuages ou de pluie, ont fourni un commencement de preuve de la simple présomption, encore indémontrée.

La figure 1 ne montre encore, il est vrai, de gauche à droite, que deux


Fig. 1.



Fac-simile réduit du photogramme d'un phototype 6 × 24, de pellicule Lumière, développé 5 minutes au bain normal frais de métoquinone, après exposition à la lumière du jour, du 30 juillet au 12 septembre 1905, sous une cache fenêtrée de papier émail noir, séparée de la glace du châssis-presse par les gradins centimétriques d'une cache translucide de 1 à 22 épaisseurs de papier blanc, sur laquelle avaient été réparties les découpures à l'emporte-pièce, de 6mm, de la cache noire.

montées d'impression luminoïde avec une descente intermédiaire, et ne semble, par conséquent, que confirmer, en l'étendant davantage, notre schématisation primitive. Mais si l'on songe qu'un très court instant d'exposition à la lumière diffuse du jour, même très atténuée, suffit pour amener une surface tant soit peu sensible à ce premier minimum si voisin de zéro qu'il est qualifié couramment d'*effaçage* ou de *destruction*, peut-on admettre qu'une impression de plein soleil, même tamisée à travers une vingtaine de

(¹) *Comptes rendus*, t. XCI, 20 juillet 1880, p. 199.
(²) *Bull. Soc. fr. de Photographie*, 2e série, t. IV, 1888, p. 209.
(³) *Photographische Correspondenz*, 1905.
(⁴) *Handbuch der Photographie*, t. II, 1894, p. 87, figure 27.

feuilles de papier blanc, puisse, étant prolongée pendant plus de 40 jours, demeurer assez en deçà de ce point mort pour correspondre encore au point de départ de la première branche ascensionnelle de la courbe?

Une étude raisonnée du *silhouettage* permet de répondre presque sûrement que non. S'il est reconnu, en effet, comme nous nous sommes efforcé de le démontrer (¹), sans qu'aucune objection sérieuse, ou quelque hypothèse meilleure, aient été encore formulées, que le silhouettage, ayant pour cause principale l'irradiation latérale des plages illuminées sur leurs voisines, doit, en s'épandant sur une plage totalement préservée, donner une image régressive des valeurs inférieures à celle d'où il émane, il en résulte qu'apparaissant en luminoïde en bordure de notre rectangle le moins impressionné, il accuse l'existence antécédente d'un maximum, c'est-à-dire d'une ondulation complète de la courbe photographique, raccordée à l'actuelle ondulation et demie par un bref arc concave, correspondant à l'étroit foncement qui, en positif, précède le silhouettage blanc.

Où que l'on opère une coupe à travers les courbes de niveau de l'irradiation, que ce soit sur l'intérieur des petits disques protégés, ou bien au pourtour des ouvertures circulaires, qui, avec leurs auréoles, de pure origine photographique, affectent parfois une ressemblance troublante avec certains photogrammes solaires, on aboutit toujours à la même conclusion. Celle-ci se trouve d'ailleurs confirmée, d'une manière indépendante, par deux photogrammes 13×18 obtenus, simultanément au précédent, sur pellicules Kodoïd Eastmann, l'une totalement recouverte, l'autre avec un petit bord libre, sous des cartons noirs, percés, pour la première, d'un seul trou circulaire de 6^{mm}, pour l'autre, d'un couple, à centres distants de 18^{mm}. Toutes les images des trous, venues, sur le photogramme, en gris violacé, caractéristique de la surexposition, se sont montrées entourées, à grande distance (7^{mm} et 14^{mm}), sur le fond uniformément grisaillé, d'un double système d'auréoles luminoïdes, montrant l'existence de *deux* maxima principaux parfaitement caractérisés entre le zéro du fond et le relèvement final du centre irradiant. La même chose ressort d'une coupe perpendiculaire au bord libre, et se confirme par deux autres Kodoïd Eastmann 13×18, isolées bout à bout, pendant le même temps que les précédentes, au travers d'une longue cache graduée, dont elles étaient presque totalement séparées, à l'exception de deux des longs bords, et d'un seul petit bord, laissé libre, par une forte feuille de plomb.

Peut-être pourra-t-on objecter que des réflexions multiples à l'intérieur du support pelliculaire, si mince soit-il, peuvent, en l'absence même des manifestations caractérisées de halo, compliquer celles de l'irradiation superficielle. Peut-être remarquera-t-on qu'à cette dernière s'ajoute certainement, pour produire le silhouettage, une part issue du bord même de la cache, part rendue évidente, pour les très grandes valeurs, par de certaines anticipations dans les transformations du silhouettage du blanc au noir ou *vice versa*, et aussi par l'élargissement remarquable des liserés, en forme de

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 715 et 734, 13 mars et 15 mai 1905.

pénombres, sous les parties des bords de cache directement frappées par la lumière. Mais ce n'est que par excès de scrupule que nous signalons ces réserves possibles, car toutes les présomptions nous semblent subsister pour que le photogramme reproduit, et la dizaine d'autres obtenus en pareille circonstance, ne représentent pas une simple confirmation, dorénavant superflue, de la première ondulation que nous avions assignée comme forme à la courbe représentative de la fonction photographique, mais une véritable prolongation de plus du double, justifiant après coup la schématisation risquée par Vogel de l'énoncé de M. Janssen, mais sans aller encore jusqu'aux ondulations multiples et rapprochées par lesquelles M. E. Englisch a cru pouvoir établir (¹) la *périodicité de la solarisation,* en se basant sur des expériences beaucoup trop sujettes à caution, ne fût-ce que du fait de l'irradiation vitreuse, pour pouvoir être acceptées comme absolument probantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'isostrychnine.* Note de MM. A. **Bacovesco** et **Amé Pictet**, présentée par M. A. Haller.

Lorsqu'on chauffe la strychnine avec de l'eau en tubes scellés à la température de 160°-180°, elle se dissout lentement et la solution abandonne par refroidissement de longues aiguilles prismatiques, fusibles à 214°,5. L'analyse de ce corps conduit à la formule $C^{21}H^{22}Az^2O^2 + 3H^2O$. Il constitue donc un isomère de la strychnine et nous le nommons *isostrychnine.*

L'isostrychnine se dissout dans environ 65 parties d'eau bouillante; elle est peu soluble dans l'eau froide, ainsi que dans le benzène, le chloroforme et l'éther. L'alcool et les acides dilués la dissolvent facilement. Les solutions aqueuse et alcoolique possèdent une réaction alcaline prononcée et une amertume des plus intenses.

Les réactions colorées de l'isostrychnine sont assez semblables à celles de son isomère. Le bichromate de potasse et l'acide sulfurique donnent une coloration violette qui passe rapidement au jaune, puis au vert bleuâtre (avec la strychnine la solution reste jaune). Le réactif de Mandelin colore l'isostrychnine, comme la strychnine, en bleu violacé; mais, dans le premier cas, la couleur passe au rouge abricot, dans le second au brun pâle. La solution aqueuse d'isostrychnine réduit à chaud les sels d'or, d'argent et de platine; elle ne donne pas de coloration avec l'eau de brome ou le chlorure ferrique.

L'isostrychnine est une base monoacide. Ses sels se distinguent de ceux de strychnine par une plus grande solubilité dans l'eau et une tendance beaucoup moindre à la cristallisation.

Ainsi qu'il résulte d'expériences faites par M. B. Wiki sur la grenouille, le cobaye et le lapin, la toxicité de l'isostrychnine est environ 30 fois plus faible que celle de l'alcaloïde naturel. La mort survient par arrêt de la respiration, dû à la paralysie des nerfs moteurs. Les nerfs sensitifs ne semblent pas affectés; les réflexes ne sont que faiblement exagérés. L'isostrychnine se rapproche ainsi, au point de vue pharmacodynamique, beaucoup plus du curare que de la strychnine.

(¹) *Physikalische Zeitschrift,* t. III, 1901, p. 1.

En solution alcoolique ($0^g,1324$ dans 10^{cm^3}), l'isostrychnine est inactive à la lumière polarisée. Cela nous avait d'abord fait supposer que l'action de l'eau à haute température sur la strychnine consistait en une simple racémisation. Les faits suivants prouvent que tel n'est pas le cas et qu'il existe bien entre les deux bases une isomérie de structure.

M. Tafel [1] a montré que, lorsqu'on chauffe la strychnine avec une solution alcoolique d'éthylate de sodium, elle se convertit en majeure partie en un acide de la formule $(C^{20}H^{22}AzO)\begin{matrix}\diagup COOH \\ \diagdown AzH\end{matrix}$, qu'il désigne sous le nom d'*acide strychnique*. Il se forme en même temps, par suite d'une réaction secondaire, une petite quantité d'un acide isomérique, l'*acide isostrychnique*. Celui-ci renferme aussi les groupes AzH et COOH; la cause de l'isomérie réside donc dans le groupement $C^{20}H^{22}AzO$. Les deux acides se distinguent, entre autres, par la manière dont ils se comportent vis-à-vis des acides minéraux. Chauffé avec l'acide chlorhydrique dilué, l'acide strychnique perd les éléments d'une molécule d'eau et régénère la strychnine :

$$(C^{20}H^{22}AzO)\begin{matrix}\diagup COOH \\ \diagdown AzH\end{matrix} = (C^{20}H^{22}AzO)\begin{matrix}\diagup CO \\ | \\ \diagdown Az\end{matrix} + H^2O.$$

L'acide isostrychnique, au contraire, n'est pas attaqué.

Or, nous avons observé que l'isostrychnine, soumise à l'action de l'éthylate de sodium, se transforme *intégralement* en acide isostrychnique. On doit donc la considérer comme l'anhydride interne de cet acide, au même titre que la strychnine est celui de l'acide strychnique. L'isomérie des deux bases est, par conséquent, de même nature que celle des deux acides.

En 1878, MM. Gal et Etard [2] ont obtenu, par l'action de l'eau de baryte sur la strychnine, deux produits d'hydratation, $C^{21}H^{26}Az^2O^4$ et

$$C^{21}H^{28}Az^2O^5,$$

qu'ils ont nommés *dihydrostrychnine* et *trihydrostrychnine*. Les travaux de M. Tafel ont rendu très probable l'identité de l'acide isostrychnique

$$(C^{21}H^{24}Az^2O^3 + H^2O)$$

avec la dihydrostrychnine. Les propriétés de l'isostrychnine

$$(C^{21}H^{22}Az^2O^2 + 3H^2O)$$

---

(1) *Liebig's Annalen*, t. CCLXIV, p. 33.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 362 et *Bulletin de la Soc. chimique*, (2), t. XXXI, p. 98.

se rapprochent à leur tour beaucoup de celles de la trihydrostrychnine, et il se pourrait que les deux substances fussent également identiques ; c'est ce que nous espérons arriver à décider par un examen comparatif plus approfondi.

BOTANIQUE. — *Sur le mode de propagation de quelques plantes aquatiques.* Note de M. **Louis François**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Je me suis proposé d'étudier la biologie de quelques plantes aquatiques. Je prendrai comme exemple principal le *Mentha aquatica*.

Au commencement de l'été, il se forme, généralement dans la région où la tige principale s'est courbée pour devenir ascendante et sur quelques nœuds, des stolons, qui, se dirigeant vers l'eau, y pénètrent et y flottent. L'extrémité végétative s'incline peu à peu vers le fond et l'ensemble, qui peut dépasser 2^m, prend l'aspect d'une courbe allongée portant à chaque nœud une paire de feuilles et des racines latérales. On trouve ainsi de tels stolons partant de la base de pieds situés, soit sur des berges à pic ou en pente douce, soit sur le fond des ruisseaux peu profonds; ce ne sont en somme pas autre chose que des stolons ordinaires développés en milieu aquatique et ayant subi l'influence de ce milieu. Il arrive même, sur les rives en pente douce, que des stolons sont aériens dans leur moitié antérieure et aquatiques dans l'autre moitié.

Signalons rapidement les particularités morphologiques de ces organes.

Morphologie externe. — Peu épais et à quatre angles nets tant qu'ils sont aériens, ces stolons s'épaississent et s'arrondisssent sans perdre complètement leur allure quadrangulaire dès qu'ils arrivent dans l'eau; en même temps, la torsion qui dans les parties aériennes dispose les feuilles sur deux rangées est alors peu ou pas marquée et les feuilles se placent sur quatre rangs.

Les feuilles sont petites, ovales, peu ou pas pétiolées, mais seulement rétrécies à leur base; beaucoup plus simples dans toutes leurs parties que les feuilles aériennes; généralement elles se recourbent et se tordent de façon à présenter leur face ventrale à la lumière.

Les bourgeons axillaires, surtout ceux des nœuds moyens et terminaux, se développent en rameaux dont beaucoup restent courts et dressés; d'autres moins nombreux se comportent comme l'axe principal.

J'ajouterai, pour terminer cette description, que les feuilles et les racines de la partie antérieure des stolons se détruisent peu à peu, laissant de petites saillies comme trace de leur existence.

Morphologie interne. — Les particularités anatomiques de ces organes sont d'une façon générale en relation avec le milieu aquatique où ils se sont développés. En dehors de la présence de lacunes aérifères et de la réduction de l'appareil de soutien je signalerai simplement les quelques caractères suivants :

L'épiderme possède des stomates peu nombreux, des poils sécréteurs abondants, principalement sur les parties jeunes, semblables à ceux de la tige aérienne. Les cellules de l'écorce laissent entre elles de grandes lacunes aérifères, sauf aux angles, où le collenchyme, quoique réduit, est encore très net; dans l'endoderme, les cellules présentent un anneau épaissi sur leurs faces latérales. Quant au cylindre central, il existe dans le péricycle quelques fibres lignifiées en face des grands faisceaux angulaires, la moelle est généralement dépourvue de lacune centrale.

Les feuilles ont des stomates et des poils sécréteurs moins nombreux que les feuilles aériennes, mais répartis à peu près également sur les deux faces. Le parenchyme est lacuneux et homogène; il n'y a pas de chlorophylle dans l'épiderme.

Dans les racines, l'assise pilifère présente parfois des poils absorbants et s'exfolie très tardivement. Le parenchyme central externe montre de grand canaux aérifères, au moins dans les racines âgées.

Dans le cylindre central les faisceaux ligneux sont en nombre variable : 4, 5, 6 le plus ordinairement.

Rôle des stolons. — En automne, parfois dès la fin de l'été, l'extrémité végétative se redresse formant un axe vertical généralement court, un peu plus gros que le reste des stolons, muni de quelques paires de feuilles. Sur les nœuds situés dans la zone courbée se produisent des racines latérales, fortes, atteignant ou non le fond, suivant la courbure du stolon ou la profondeur de l'eau. Durant la plus grande partie de l'hiver elles ne se fixent pas; tout au moins ce cas doit être peu fréquent car, sur les berges très inclinées, je ne l'ai jamais constaté sur de très nombreux échantillons examinés en place d'une façon suivie. Sur les berges en pente douce les nœuds moyens peuvent s'enraciner çà et là, mais généralement l'extrémité reste flottante comme dans le cas précédent. En somme, pendant tout l'hiver, la croissance de ces parties est très ralentie.

En février ou mars, l'extrémité végétative se remet à croître. Sur l'axe redressé se forment des feuilles de même aspect extérieur que celles produites vers la fin de l'été, mais beaucoup plus fortes; il en est de même de l'axe redressé depuis son bourgeon terminal jusqu'à la portion du stolon qui précède de quelques nœuds la partie courbée; à ce moment les racines s'enfoncent dans le sol où elles finissent par se fixer solidement. Il est probable que ces différences de taille sont dues à un accroissement de nutrition qui se manifeste même avant que les racines se soient fixées. Au delà d'une distance assez courte à partir des points d'enracinement cet accroissement ne se fait plus sentir, car les parties de stolon situées loin de ces points se détruisent, séparant la souche de la portion submergée enracinée, laquelle fournit ainsi un nouveau pied. D'ailleurs cette séparation peut avoir lieu avant l'enracinement, alors les portions de stolon recourbées avec leur axe redressé, entraînées par le courant, placées le long des berges à l'abri des remous, s'enracinent à une grande distance de la souche initiale.

En général, un certain nombre de rameaux latéraux restés courts pendant l'hiver se développent comme l'extrémité de l'axe, mais jamais dans des proportions aussi considérables. Les touffes de racines qui se trouvent

sur les nœuds d'où ces rameaux partent peuvent se fixer au sol, c'est ce qui se produit pour les stolons aquatiques sur les berges peu inclinées; mais la plupart du temps l'axe redressé qui continue directement le stolon est toujours beaucoup plus fort et par suite peut fournir un nouveau plant plus vigoureux que ceux donnés par les rameaux axillaires.

Sauf quelques particularités de structure anatomique, j'ai trouvé un mode de propagation analogue chez *Lysimachia vulgaris* et *Lycopus europæus*.

En résumé, on voit que l'eau joue un rôle très favorable à la multiplication de certaines plantes aquatiques, soit en soutenant les stolons qui peuvent s'allonger davantage, soit surtout en les entraînant au loin quand ils sont brisés.

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie du Sahara.* Note de M. **R. Chudeau**, présentée par M. Alfred Giard (¹).

De l'Ahnet à l'Adrar nous avons suivi à peu près, Gautier et moi, l'itinéraire du colonel Laperrine, itinéraire sur lequel Besset et Flamand ont donné quelques renseignements géologiques (*Bulletin du Comité de l'Afrique française,* mars 1905).

L'Archéen forme quelques îlots; il affleure au nord du Tamezronft N'Ahnet où il supporte le volcan d'In-Zize, volcan récent où les coulées de lave sont encore bien reconnaissables. Nous l'avons recoupé à une vingtaine de kilomètres au nord d'In-Ouzel. Plus au sud il paraît former une bonne partie de l'Adrar, au sud d'une ligne joignant Timiaouin à l'Adrar Touksemin.

A part quelques plateaux dévoniens dont le plus important est le Tassili Tan Adrar, tout le reste est occupé par le Silurien. Ce Silurien est fortement plissé; les plis sont nord-sud en général. Il est injecté de roches éruptives et profondément métamorphique. Nous n'y avons trouvé aucun fossile. Son âge n'est cependant pas douteux puisque dans l'Ahnet et le Tassili Tan Adrar on le voit passer sous les grès dévoniens, fossilifères, restés presque horizontaux, qu'aucune roche éruptive n'a traversés.

Nous aurions donc dans le Sahara, à la limite du bassin du Niger, des traces d'un continent Huronien : partout où nous avons pu le voir, le contact de l'Archéen et du Silurien est anormal, mais l'abondance du cipolin dans le Silurien voisin de Timiaouin, la présence de *ripple-marks* en quelques autres points paraissent indiquer une formation littorale.

(¹) Extrait d'une lettre datée de Oued Touksemin, 11 juillet 1905.

La chaîne calédonienne est extrêmement nette puisque le Silurien plissé supporte le Dévonien horizontal. Nous avons pu suivre cette chaîne vers le Nord jusqu'à la Gana Tamamat à 30^{km} sud-est de Taourint.

Du Tidikelt au Maroc le Dévonien et le Carbonifère sont plissés et recouverts par l'Infra-crétacé horizontal. Bien que l'âge en soit mal fixé, on peut, je crois, rattacher avec Flamand ces plissements au système hercynien.

Nous retrouvons ainsi au sud de la Méditerranée et avec une certaine symétrie les principales zones de plissements de l'Europe, l'Atlas appartenant au système alpin. Les mouvements alpins se sont d'ailleurs fait sentir jusqu'à l'Adrar où de nombreuses failles ont permis à divers compartiments de l'écorce terrestre de jouer isolément. Les parties surélevées ont une grande fraîcheur de relief, mais je ne vois pas ici de moyen permettant de fixer l'âge de ce rajeunissement avec précision. Un peu plus au Nord cependant, la répartition des silex néolithiques étudiés par Gautier et l'état du réseau hydrographique permettent d'affirmer que la ligne de fracture qui a donné naissance au Touat a rejoué pendant ou après le Néolithique africain.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Sur la direction de l'aimantation permanente dans une argile métamorphique de Pontfarein (Cantal).* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

Nous avons précédemment signalé, M. David et moi, le cas de couches d'argiles métamorphisées et transformées en brique naturelle par des coulées de lave volcanique. Nous avons montré : 1° que la direction de l'aimantation dans un pareil banc d'argile métamorphique est, en général, bien déterminée et différente de la direction actuelle du champ magnétique terrestre au lieu où se trouve le banc; 2° que la direction de l'aimantation permanente est la même dans la brique et dans la roche volcanique, basalte, andésite, etc., qu'a donnée la coulée en refroidissant. Nous pensons que cette direction commune d'aimantation est la direction même du champ terrestre à l'époque de la coulée.

L'étude de nouvelles carrières de brique naturelle m'a toujours confirmé les résultats précédents. Une carrière, particulièrement abondante et se prêtant bien à l'examen des échantillons, m'a donné, en outre, un résultat qui me paraît mériter l'attention.

Elle est située dans la commune de Cezens, arrondissement de Saint-

Flour, près du hameau et du pont de Pontfarein, à 1020^m d'altitude moyenne. L'argile a été cuite par une coulée de *basalte des plateaux* qui remonte à l'époque miocène. De nombreux échantillons, prélevés tant sur la brique que sur le basalte qui la surmonte, à des distances atteignant 100^m l'un de l'autre, ont présenté une direction d'aimantation uniforme, *avec le pôle Nord actuel du côté sud et en haut*. L'inclinaison, définie par l'angle que fait avec la verticale dirigée vers le bas la moitié nord de l'aiguille, est donc négative dans la brique et le basalte de Pontfarein. Elle est égale à —75°. L'interprétation la plus naturelle est que l'inclinaison était négative dans la région à l'époque de la coulée.

C'est là un résultat que des considérations théoriques ont fait regarder jusqu'ici comme peu vraisemblable. On sait qu'au cours de ses beaux travaux sur l'aimantation des poteries étrusques et romaines, Folgheraiter avait conclu que l'inclinaison était négative en Italie 5 ou 6 siècles avant notre ère. Mais il n'avait obtenu que des inclinaisons négatives de quelques degrés; seul un vase du musée de Florence lui avait donné 14°. Il nous paraît que les objections qu'on avait adressées à sa conclusion ne portent plus dans le cas de l'argile de Pontfarein. Ici, la brique est trouvée en place : *si un soulèvement local avait retourné la couche sens dessus dessous, on trouverait la brique au-dessus du basalte et non au-dessous*. On peut difficilement alléguer une perturbation purement locale, qui d'ailleurs aurait disparu aujourd'hui, pour expliquer cette inclinaison négative de 75°, *uniforme sur une couche de plus de* 100^m *de long* ; il ne s'agit certainement pas, en particulier, d'aimantation par la foudre. Il nous paraît donc, jusqu'à plus ample informé, qu'il convient de voir, dans le fait signalé ici, une confirmation du résultat indiqué par Folgheraiter, que l'inclinaison magnétique a pu, dans le passé, être négative en Europe.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 OCTOBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, en annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire en la personne d'un de ses Correspondants, s'exprime comme il suit :

Depuis notre dernière séance, nous avons appris la mort d'un de nos Correspondants étrangers, le baron de Richthofen, professeur de Géologie à l'Université de Berlin, décédé le 6 octobre, à l'âge de 72 ans. Né à Karlsruhe, en Silésie, le 5 mai 1833, il avait été nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, le 31 décembre 1894, en remplacement de Nicolas de Kokscharow. Son Mémoire de 1860 sur le Tyrol méridional, son mémorable voyage en Chine, ses études sur les roches éruptives de la Hongrie et des États-Unis de l'Ouest, enfin ses considérations sur le développement de l'Orographie asiatique sont des travaux de premier ordre. Il avait présidé avec une grande autorité le Congrès de Géographie de Berlin en 1899 et exerçait depuis de longues années la présidence de la *Gesellschaft für Erdkunde,* à Berlin.

Sa mort est un grand deuil à la fois pour la Géologie et pour la Géographie.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale du* 30 *août* 1905 *à Alcosebre* (*Espagne*). Note de M. **J. Janssen.**

Je viens entretenir l'Académie des résultats obtenus par la mission que j'avais organisée pour l'observation de l'éclipse du 30 août 1905, et dont la durée relativement grande (3 minutes 42 secondes de totalité au point choisi) rendait l'étude particulièrement importante.

M. Landerer, astronome espagnol, qui avait soigneusement étudié les conditions météorologiques de la zone traversée par l'éclipse, m'avait indiqué Alcosebre comme étant la meilleure station, et ce choix a été pleinement justifié.

J'étais accompagné dans cette expédition par MM. Pasteur, chef du service photographique, Millochau, aide-astronome et Corroyer, aide-photographe, tous trois de l'Observatoire de Meudon. M. Stefanik, docteur ès sciences de l'Université de Prague, élève astronome à l'Observatoire, sur mon invitation, se joignit à la mission.

Je me proposais d'étudier :

1° L'ensemble de la marche du phénomène au moyen de la photographie;

2° La forme et les détails de la couronne et des protubérances;

3° Les spectres des diverses enveloppes gazeuses du Soleil.

4° Les variations météorologiques produites par l'éclipse.

J'avais fait monter, pour mon usage personnel, un équatorial de six pouces sur lequel on peut adapter à volonté un porte-oculaire et des spectroscopes; c'est avec cet appareil que j'observai l'éclipse.

M. Pasteur fut chargé de la partie photographique; l'instrument mis à sa disposition était une monture équatoriale portant habituellement une lunette de douze pouces et sur laquelle étaient fixés trois appareils photographiques :

1° Une chambre avec objectif de neuf pouces et de 4^m de distance focale;

2° Une autre chambre portant un objectif de Suter, de quatre pouces avec $0^m,80$ de distance focale;

3° Une lunette composée d'un objectif Steinheil de quatre pouces et de $2^m,00$ de distance focale, dont l'image était reprise par un oculaire l'agrandissant cinq fois pour obtenir sur la plaque sensible une image solaire de 10^{cm} de diamètre. Une seule photographie à pose longue devait être prise à chaque appareil.

M. Millochau, chargé des recherches spectroscopiques sur les enveloppes gazeuses solaires, disposait d'une monture équatoriale destinée à un 8 pouces; il avait organisé sur cette monture plusieurs spectrographes.

La lunette photographique qui me sert à Meudon pour l'obtention des photographies de la surface solaire avait été emportée et disposée pour la photographie des phases. Je chargeai M. Corroyer de la manœuvre.

M Stefanik avait organisé un télespectroscope horizontal fixe, recevant

la lumière d'un héliostat de Silbermann, afin d'étudier oculairement les spectres divers qui pouvaient être observés pendant le phénomène.

Une petite lunette méridienne de Gauthier avait été installée pour la vérification de l'heure.

Enfin nous avons installé un poste météorologique, comprenant des instruments à lecture directe, un baromètre, un thermomètre et un hygromètre enregistreurs.

Un jeune Espagnol parlant français, M. Henrico d'Yvernois, s'était gracieusement offert pour compter le temps.

Un peu avant la totalité le ciel n'était pas absolument pur, quelques nuages, par instants, gênaient pour la photographie des phases; mais, quelques minutes avant la totalité, le ciel se découvrit entièrement et la partie la plus intéressante de l'éclipse, la totalité, fut étudiée dans d'excellentes conditions.

M. Pasteur obtint trois belles épreuves de la couronne, une avec le 9 pouces sur plaque Lumière marque rouge, pose de 2 minutes; une autre avec le 4 pouces sur plaque de même marque, pose de 1 minute; enfin la troisième avec le Steinheil sur plaque Lumière marque jaune, pose 3 minutes 20 secondes.

M. Millochau put obtenir des photographies de spectres de la couche renversante et de la couronne.

M. Stéfanik fit oculairement des observations spectrales intéressantes surtout sur la raie verte de la couronne et le spectre rouge extrême.

Enfin, de nombreuses photographies des phases ont été obtenues; le temps de leur obtention a été noté soigneusement au chronomètre, ainsi que les deuxième et troisième contacts donnés par M. Millochau, qui suivait les phases du phénomène avec un chercheur télespectroscopique.

Le chronomètre du temps moyen a été comparé au temps de Madrid envoyé de l'Observatoire par signaux télégraphiques, et la marche du chronomètre sidéral fut suivie avec la lunette méridienne de Gauthier.

Une comparaison faite entre nos chronomètres et ceux de la mission russe de M. Hansky assure la liaison entre les mesures faites par les deux missions, et donnera une plus grande valeur à ces mesures.

ASTRONOMIE. — *Sur la création d'une association internationale pour les études solaires.* Note de M. **J. Janssen**.

A l'occasion de l'Exposition universelle de Saint-Louis, M. Hale, directeur de l'Observatoire de Yerkes, aux États-Unis, a proposé la création d'une association internationale pour les études solaires, dont l'importance grandit de jour en jour.

Comme le nombre des délégués venus d'Europe était insuffisant, M. Hale a modifié son programme. Il s'est borné à demander aux savants qui avaient répondu à son appel, èt parmi lesquels se trouvait notre éminent Confrère M. Poincaré, que l'on convoquât, à la suite de l'éclipse du 30 août 1905, une commission d'initiative, ce qui a été fait, et cette commission s'est réunie à Oxford les 27, 28 et 29 septembre dernier.

Des invitations furent envoyées par le recteur de cette célèbre Université aux astronomes et physiciens qui s'étaient fait un nom dans les études solaires.

La Science française fut largement représentée. Citons notamment M. Deslandres, notre confrère, de l'Observatoire de Meudon; M. de la Baume-Pluvinel, membre de la Société astronomique; M. Perot, du Conservatoire des Arts et Métiers, et M. Ch. Fabry, de la Faculté des Sciences de Marseille.

Nous nous sommes donc rendus à Oxford, où nous avons reçu une charmante hospitalité à New College dont M. Spooner est directeur.

Je dois remercier publiquement mes Collègues du comité d'initiative qui, sur la proposition de M. Turner, directeur de l'Université d'Oxford, ont bien voulu me donner la présidence d'honneur.

Nos délibérations n'ont pas été publiques, mais le résultat des discussions auxquelles mes Collègues français ont pris part d'une façon remarquable sera reproduit dans un Volume que j'aurai l'avantage de mettre sous les yeux de mes Collègues. La distinction dont j'ai été l'objet m'est d'autant plus précieuse qu'à mes yeux elle s'adresse surtout à l'Académie des Sciences et au Gouvernement français qui ont toujours si généreusement secondé mes efforts pour arriver à la connaissance complète du Soleil.

Je crois devoir déjà résumer ici les principales résolutions prises par le Comité d'initiative de l'Université d'Oxford :

1° L'instrument remarquable de M. Angström a été adopté pour servir de base à la mesure des radiations solaires;

2° Les méthodes de MM. Perot et Fabry, pour l'étude du spectre solaire, ont été déclarées supérieures à l'emploi du réseau de Rowland;

3° La coopération est désirable dans les différentes branches des recherches solaires, telles que les observations visuelles et photographiques, l'étude de la surface du Soleil, les observations tant des protubérances que de l'atmosphère solaire à l'aide du spectroscope;

4° Quand un savant fait des recherches solaires en dehors du programme officiel, il est à désirer qu'il mette le résultat de ses travaux à la disposition des établissements qui se livrent à ce genre de recherches;

5° Dans le cas où le résultat des investigations solaires n'aurait point été résumé et coordonné par les auteurs, l'Union nommera des comités spéciaux chargés d'en résumer les conclusions;

6° L'Union devra spécialement s'occuper de deux sortes de recherches : A, étude du spectre des taches solaires; B, étude des phénomènes de l'atmosphère solaire au moyen des groupes de raies H et K;

7° La réunion fait remarquer que, quelque désirable que soit la coopération dans l'étude des questions solaires, on ne doit jamais oublier que l'initiative individuelle est un des plus grands facteurs du progrès dans cette branche de la Science comme dans les autres. Le devoir de l'Association est donc de l'encourager au même titre que l'initiative collective.

Enfin, la Commission a décidé à l'unanimité que la réunion du premier Congrès se tiendrait à l'Observatoire de Meudon au mois de septembre 1907.

J'espère que cette réunion nous fera assister à une série de travaux remarquables, et qu'elle sera inscrite avec éclat dans les annales des études sur notre grand astre central.

ASTRONOMIE. — *Sur le premier Volume du « Catalogue photographique du Ciel » publié par l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. LŒWY.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie au nom de M. Rayet le premier Volume du *Catalogue photographique du Ciel* qui renferme les coordonnées rectilignes de 49772 étoiles relatives à une zone céleste comprise entre $+16°$ et $+18°$ de déclinaison, zone dont l'exploration a été dévolue à l'Observatoire de Bordeaux. Des publications semblables, se rapportant à d'autres régions de l'espace et émanant des Observatoires d'Alger, de Paris et de Toulouse, ont été antérieurement mises sous les yeux de l'Académie. On constate ainsi que les quatre établissements français qui ont promis leur concours à la vaste entreprise de la Carte photographique du Ciel

tiennent fidèlement les engagements contractés et travaillent avec succès à l'accomplissement d'une œuvre qui fera honneur à notre siècle.

De même que dans diverses autres branches de la Science, il y a souvent, en Astronomie, un critérium très précieux pour reconnaître immédiatement la valeur intrinsèque d'un travail d'observation; c'est lorsque l'astronome fournit l'exposé détaillé de tous les moyens dont il a fait usage pour l'accomplir. On a alors la faculté de suivre pas à pas les diverses étapes et de juger de la valeur des précautions prises pour réaliser l'exactitude nécessaire. Cet examen devient surtout convaincant lorsque l'auteur lui-même, par des expériences toutes spéciales, s'est appliqué, comme l'a fait M. Rayet dans son important Ouvrage, à mettre en lumière le degré de précision que comportent les diverses opérations partielles sur l'ensemble desquelles reposent les résultats définitifs. Dans cet ordre d'idées, en utilisant un grand nombre de clichés, M. Rayet a successivement évalué la grandeur des erreurs accidentelles des pointés effectués soit sur les traits du réseau, soit sur les images stellaires.

Une recherche très complète a été faite en outre pour déterminer l'influence qu'exerce sur les mesures la forme des images stellaires qui varie dans l'étendue de chaque cliché. Ces images sont circulaires ou plus ou moins elliptiques, et les axes des ellipses ont des directions très différentes dans les diverses régions du cliché. M. Rayet s'est appliqué à étudier l'influence de l'erreur accidentelle provenant de cette source dans les mesures de chaque observatrice. Il a également indiqué la relation qui se manifeste entre la grandeur photographique des astres et la valeur respective de l'erreur accidentelle des pointés. Les erreurs des divisions des réseaux et la courbure des traits ont été l'objet de recherches approfondies. On est ainsi à même de se convaincre, *a priori*, que les coordonnées stellaires fournies possèdent tout le degré d'exactitude qu'on pouvait espérer.

Ce Volume contient aussi un intéressant travail de M. Kromm concernant la détermination des positions des étoiles du groupe des Pléiades.

M. Rayet rend un hommage bien mérité à ses collaborateurs : M. Courty, chargé de l'exploration photographique du ciel, et M. Kromm, à qui ont été confiées la direction des calculs et la formation du catalogue. De mon côté, je suis certain de répondre aux sentiments des astronomes en félicitant le directeur de l'Observatoire de Bordeaux pour l'importante contribution que son excellent Ouvrage apporte à l'entreprise de la Carte photographique du ciel.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre ressenti le 8 septembre à Stromboli et sur l'état actuel de ce volcan.* Lettre de M. **A. Lacroix.**

Stromboli, le 26 septembre 1905.

M'étant trouvé en Sicile et aux îles Eoliennes au moment des récents tremblements de terre de la Calabre, qui se sont fait ressentir aussi dans les îles voisines, je pense intéresser l'Académie en lui envoyant, avant de quitter Stromboli, quelques notes sur les phénomènes dont cette île a été le siège depuis plusieurs semaines.

Le tremblement de terre qui, le 8 septembre, a causé tant de désastres sur la côte de la Calabre, a été violemment ressenti à Stromboli, distante seulement, d'ailleurs, d'une soixantaine de kilomètres de la région péninsulaire dévastée. A 2^h45^m du matin s'est produite une première secousse sussultoire et ondulatoire, suivie de petits mouvements ondulatoires très répétés, puis d'une dernière et très violente secousse; d'après les renseignements assez contradictoires que j'ai recueillis, la durée du phénomène aurait été de 25 à 50 secondes. Depuis lors, plusieurs secousses faibles, mais appréciables sans le secours d'un instrument, ont été constatées. M. Renda, maître de poste de l'île, qui a noté exactement leur heure, m'a donné les indications suivantes : le 9 septembre à 2^h14^m du soir, le 18 à 11^h15^m du matin et enfin le 23 à 1^h20^m et à 3^h du matin; je manque ici de documents pour savoir si ces secousses correspondent à celles qui ont été subies en Calabre.

Le tremblement de terre du 8 a causé une grande terreur à la population de l'île. S'il n'y a pas eu mort d'homme, les dégâts matériels ont été importants. Peu de maisons sont restées absolument indemnes; presque toutes sont plus ou moins fissurées; quelques murs se sont écroulés. L'église de Saint Bartolo et surtout celle de Saint Vincenzo, constructions de plus grande dimension que celle des maisons d'habitation, qui sont à un étage, ont subi les plus fortes avaries; le sémaphore est devenu inhabitable.

Au cours de nos excursions dans l'intérieur de l'île, nous avons constaté beaucoup d'éboulements au pied des coulées et des tufs constituant des rochers à pic. Le long du sentier qui conduit de Saint Bartolo au sémaphore, en longeant la côte, de nombreuses et profondes crevasses encore béantes (l'une d'elles mesure 1^m de large sur une vingtaine de mètres de longueur), se sont ouvertes sur le bord des falaises; elles ont produit déjà ou produiront prochainement des éboulements fort importants.

Une fissure en particulier traverse la terrasse carrelée du sémaphore. L'ouverture de ces crevasses a été évidemment facilitée par la structure très fendillée des hautes falaises à pic de cette partie de l'île, où le rivage est souvent dirigé plus ou moins Est-Ouest; je n'ai en effet observé aucune fente du sol loin de la côte, sauf en un point, situé sur le flanc nord du volcan, près de la limite des cultures, où quelques fissures récentes m'ont paru dues à des glissements superficiels de terrains meubles.

Il y a lieu de noter que, contrairement aux nouvelles publiées au milieu de l'émotion soulevée par le désastre de la Calabre, ce tremblement de terre, qui est certainement d'origine tectonique, n'a pas eu de retentissement simultané sur l'activité des volcans de l'Italie méridionale (¹).

Ces nouvelles paraissent avoir eu pour origine un petit paroxysme du Stromboli, qui s'est produit 8 jours avant le tremblement de terre, le 30 août, à 5^h30^m du matin. Il a été de la même intensité que celui qui, d'après M. Renda, a été constaté le 22 avril dernier. Il a consisté en une violente explosion, qui a rejeté des cendres et des scories très légères (²), non plus seulement comme d'ordinaire sur les bords du cratère, mais encore sur les hauteurs de l'île et jusqu'à la mer dans une région inhabitée de l'Est.

Depuis lors, le volcan de Stromboli est resté dans son état d'activité normale, un peu forte peut-être aujourd'hui. Nous avons effectué l'ascension du cratère, le 24 courant. Grâce à un violent sirocco, chassant les gaz et les vapeurs du côté de la mer, nous avons pu nous installer au voisinage des Faraglioni de l'Ouest et observer sans grande difficulté, à environ 150^m de leur point de sortie, les explosions répétées, caractéristiques de ce volcan. Des diverses bouches, signalées depuis quelques années, une seule était dans un état de violente activité, c'est celle située le plus à l'Ouest-Sud-Ouest et dont l'une des pentes extérieures se prolonge sans interruption par la Sciarra del Fuoco. Cependant, à plusieurs reprises, nous avons

(¹) J'ai rencontré un des marins qui étaient en service, le 8 septembre, au sémaphore, excellent poste d'observation pour le volcan. Il m'a assuré que, pendant la demi-heure qui a suivi le tremblement de terre, il ne se serait produit au cratère aucune des explosions répétées qui en sont la caractéristique. Je donne ce renseignement sous toutes réserves.

(²) Ces scories sont extrêmement bulleuses, formées par des fils de verre étirés, rappelant les *cheveux de Pélée* des volcans des îles Hawaï et souvent assez minces pour que l'ensemble de la scorie ait une couleur brune ou jaune au lieu de la couleur noire habituelle aux produits de projection de Stromboli.

vu s'élever derrière le rebord sud du grand cône de débris, des bouffées de vapeurs, accompagnées de quelques blocs incandescents. Des fumerolles assez actives se dégageaient en outre, sans interruption, des parties nord et nord-est de l'appareil éruptif.

La bouche de l'Ouest, dont nous dominions l'orifice, était le siège de petites explosions se succédant à des intervalles si rapprochés qu'elles donnaient lieu à un grondement presque continu, mais saccadé; elles fournissaient un dégagement également continu de faibles bouffées de vapeurs, immédiatement rabattues du côté de la mer; quelques fragments de lave parvenaient de loin en loin jusqu'aux bords de la bouche.

Les grandes explosions, accompagnées de formidables détonations et projetant à l'extérieur une quantité plus ou moins grande de lave, venaient s'intercaler dans les précédentes.

Pendant les trois heures que nous avons passées à les chronométrer et à les photographier, elles se sont produites aux intervalles donnés ci-dessous; les plus fortes d'entre elles étant imprimées en chiffres anglais et en chiffres gras :

10^{h}15^{m}, 24^{m}, 25^{m}, **26^{m}**, **28^{m}**, 32^{m}, 33^{m}, 35^{m}, 45^{m}, 46^{m}, 49^{m}, 50^{m}, **52^{m}**, **56^{m}**, 59^{m}. — 11^{h}4^{m}, 8^{m}, 15^{m}, **20^{m}**, **31^{m}**, 39^{m}, **49^{m}**, 52^{m}, **53^{m}**, **57^{m}**. — 12^{h}2^{m}, 7^{m}, **10^{m}**, **24^{m}**, **30^{m}**, 38^{m}, 40^{m}, **44^{m}**, 57^{m}, 58^{m}, 59^{m}. — 1^{h}9^{m} (petite explosion se produisant simultanément à la bouche centrale), 12^{m}, **14^{m}**, 19^{m}, 24^{m}, 28^{m}. — Ce matin (26), j'ai noté les explosions aux intervalles suivants : 8^{h}28^{m}, 33^{m}, 35^{m}, 36^{m}, **39^{m}**, 41^{m}, 46^{m}, **48^{m}**, 52^{m}, 53^{m}, **56^{m}**. — 9^{h}4^{m}, **9^{m}**, 13^{m}, 14^{m}, 19^{m}, **21^{m}**, 26^{m}.

On voit que les explosions les plus violentes ne sont pas séparées des précédentes par un intervalle particulièrement long.

L'intérêt de mes observations est dû à la facilité avec laquelle j'ai pu étudier la nature des explosions. Ce qui les caractérisait essentiellement, c'est que leurs produits étaient presque exclusivement constitués par des portions encore fluides de magma; les dégagements gazeux, condensés sous forme de vapeurs, n'y jouaient qu'un rôle accessoire. Lors des plus fortes seulement, en effet, une colonne de vapeurs, plus ou moins noires, sortait de la bouche éruptive en même temps que les gerbes de lave. Le plus souvent, le panache de vapeurs, blanc et très faible, n'était distinct qu'au moment où la lave commençait à retomber, ou même était presque absent. De notre poste d'observation, il n'était pas possible, entre deux explosions, de voir nettement le magma dans la bouche cratériforme, mais plusieurs particularités, indiquées plus loin, tendent à prouver qu'il

devait être extrêmement voisin de la surface. L'incandescence de la lave, même au milieu du jour, était très vive.

La fluidité du magma, au moment de sa projection, est attestée par les particularités suivantes : la lave s'élevait en masses qui, souvent même avant d'avoir dépassé le rebord de la bouche, se fragmentaient en lambeaux, dont les changements de forme, durant leur trajet aérien, étaient frappants. Beaucoup d'entre eux tombaient lentement, planaient en quelque sorte, comme le font les flammèches d'un incendie, ce qui est dû à leur large surface comparée à leur masse et à leur structure plus ou moins bulleuse.

Nous avons observé aussi un certain nombre d'explosions ne donnant pour ainsi dire aucun dégagement de vapeurs et fournissant de très gros paquets de lave, qui, à l'inverse des précédents, n'atteignaient que le bord même de la bouche, y retombaient lourdement, s'y aplatissant et y restant figés, incandescents pendant un temps plus ou moins long. Ce genre de projection a contribué pendant notre séjour sur la montagne à élever d'une façon très notable le bourrelet solide bordant l'orifice. Dans la nuit du 25 septembre, nous avons vu du bord nord de la Sciarra del Fuoco se reproduire le même phénomène, mais de ce dernier point d'observation il était possible en outre de voir qu'un certain nombre de blocs roulaient à la mer.

Ce genre de projection est probablement très différent de celui des grands paroxysmes du Stromboli, dans lesquels l'existence de hautes colonnes de vapeurs, chargées de cendres, a été signalée. Quoi qu'il en soit, il a été du plus haut intérêt pour moi, car il présente le type tout à fait opposé à celui que j'ai étudié à la montagne Pelée. Dans ce dernier volcan, en effet, les produits de projection, entraînés par une grande quantité de vapeur d'eau et de gaz, étaient à peu près uniquement constitués par des débris solidifiés, anguleux, d'andésite de toutes dimensions, brisés par les explosions en blocs, lapilli et poussière fine. Les projections de magma, encore un peu fluide, ont été réduites à certaines bombes craquelées des paroxysmes. Ici, au contraire, est réalisé le cas d'un magma basique, rejeté à l'état extrêmement fluide, parfois à la façon d'un liquide épais, soumis à une ébullition tumultueuse dans un vase trop plein; en conséquence les matériaux solides résultants, quelles que soient leurs dimensions, ont des formes individuelles, modelées par la fusion.

Dans la nuit du 25 septembre, nous avons constaté l'existence d'une petite coulée de lave bifurquée, partant du bord occidental de la bouche

active et descendant le long de la Sciarra sur une longueur d'une centaine de mètres. Il s'en détachait sans interruption des fragments incandescents, qui tombaient en cascades à la mer, en se mélangeant avec le produit des explosions.

En terminant, je ferai remarquer qu'au point de vue de la morphologie du Stromboli, la Sciarra del Fuoco, immense talus se développant d'un seul côté du cratère et descendant, avec une pente de 35°, d'une altitude d'environ 700^{m} jusqu'à la mer, est tout à fait l'homologue du grand talus qui, au cours de l'éruption de la montagne Pelée, a pris naissance entre le dôme récent et le fond de la Rivière Blanche, mais, au point de vue du mode de formation, il existe entre eux une différence essentielle, conséquence du mode d'activité différent des deux volcans. La Sciarra, en effet, est construite par les produits des projections verticales de bouches largement et constamment ouvertes, alternant avec quelques coulées minces, tandis que le talus de la Rivière Blanche, entièrement fragmentaire, est le résultat de l'écroulement d'un dôme, écroulement produit en partie par les explosions des nuées ardentes.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905 à Guelma (Algérie).* Note de M. E. STEPHAN.

L'observatoire de Marseille a pris part, dans une mesure modeste, à l'ensemble des observations organisées par le Bureau des Longitudes, à l'occasion de l'éclipse du 30 août dernier.

Notre groupe ne comprenait que deux observateurs, M. Borrelly et moi, plus un assistant volontaire non subventionné, mon fils, le docteur Pierre Stephan, sous-directeur du laboratoire de zoologie marine de notre Faculté des Sciences. Nous nous sommes joints à mon éminent collègue d'Alger, M. Trépied, et nous avons, de concert avec lui, adopté comme lieu d'observation la cour de l'école des garçons de la ville de Guelma, où prit place également M. Newall de Cambridge. Nous y avons eu un temps d'une pureté parfaite.

Les instruments dont nous avons fait usage sont :

1° Le télescope Foucault, de 40^{cm} d'ouverture, mis gracieusement à ma disposition par M. Lœwy. Cet instrument m'avait déjà servi, sur la côte orientale de la presqu'île de Malacca, pour la célèbre éclipse du 18 août 1868;

2° Un équatorial portatif appartenant à l'observatoire de Marseille dont l'excellente lunette, de Dollond, a 95^{mm} d'ouverture et 1^{m},90 de distance focale. Son axe horaire peut être plus ou moins incliné sur la verticale de manière à s'adapter à des latitudes diverses.

Notre programme, très simple, était limité à des observations visuelles directes. Il a pu être rempli d'une manière satisfaisante.

Les observateurs se sont attachés d'abord tous les deux à noter exactement les instants des contacts et à examiner l'ensemble de la couronne. En outre, M. Borrelly, à l'équatorial, a consacré une partie du temps de la totalité à explorer les environs du Soleil pour rechercher les planètes inconnues ou les comètes qui auraient pu s'y trouver. Au télescope, je me suis efforcé d'étudier de mon mieux les détails de la couronne en vue d'un dessin assez fidèle. Le docteur Stephan a été chargé de battre la seconde, les yeux fixés sur un chronomètre, de manière à être entendu du groupe de M. Trépied et du nôtre, opération à laquelle il s'était exercé préalablement avec soin. Les nombres trouvés pour les heures des contacts seront donnés plus loin.

Après le premier contact, M. Borrelly a remarqué à plusieurs reprises sur le bord concave du Soleil un liséré brillant qui parfois s'étendait jusque sur le bord lunaire. La diminution de la lumière, d'abord peu sensible, s'accélère d'une manière très marquée dès que la moitié du Soleil est recouverte; les ombres portées par les objets perdent de leur vigueur; déjà tout le monde a remarqué que les petites taches lumineuses, qui paillettent l'ombre sous les arbres et qui, d'ordinaire, sont arrondies, ont pris la forme de petits croissants. Un quart d'heure avant le second contact, cette décroissance rapide est saisissante et impressionne fortement les spectateurs sans excepter ceux qui n'en sont pas témoins pour la première fois. En même temps, toutes les choses environnantes prennent des tons inusités, d'une teinte blafarde, où l'on croit trouver des traces d'un peu de jaune et de violet.

Dans les dernières minutes d'attente, on sent que chacun est vraiment ému : tous les bruits ont cessé, le silence n'est coupé que par le battement de seconde.

Soudain, l'ultime filet de lumière blanche s'évanouit et, comme par un coup de baguette, la couronne apparaît dans toute sa beauté.

Dans les lunettes le spectacle est merveilleux. Le contact a été noté à la même seconde par MM. Borrelly et Stephan. Aussitôt qu'il s'est produit, tous deux constatent l'apparition subite mais éphémère d'un mince liséré, du rouge carmin le plus vif, s'étendant, de part et d'autre du point de tangence, sur une longueur d'une quarantaine de degrés. Sa surface externe est absolument lisse. En 2 ou 3 secondes, il est recouvert par la Lune. Mais en même temps que lui ont apparu un peu plus au nord et subsistent trois magnifiques protubérances, reposant sur une couche de matière protubérantielle peu mamelonnée, superposée, sur une partie de son étendue, au liséré rouge.

Leur couleur est celle du corail rose un peu foncé, leur bord supérieur est dentelé, leur forme commune rappelle celle de certaines tulipes dont le pédoncule serait considérablement grossi. La plus haute, placée presque à l'équateur, atteignait 2′ à 3′. Toutes trois semblaient dans un état de calme complet et, pendant que le disque lunaire les recouvrait graduelle-

ment, leurs contours n'ont pas paru éprouver de changements. Dans le télescope en particulier, dont la puissance lumineuse est si considérable, tous ces détails se détachaient avec une merveilleuse netteté.

Sur le reste du pourtour du disque lunaire, il n'y avait aucune trace de matière protubérantielle.

Tout autour rayonnait la couronne, blanche et brillante sur une hauteur de 5′ à 6′ et d'une couleur gris perle dans les parties plus éloignées du Soleil. M. Borrelly en compare la teinte, dans ces régions externes, à celle des enveloppes des comètes télescopiques brillantes de ces dernières années. Pour moi, la partie basse brillante m'a paru moins nacrée qu'en 1868 et en 1900 et les parties éloignées m'ont semblé d'un gris plus foncé, autant que l'on peut faire de pareilles comparaisons à si longs intervalles de temps.

Au premier abord, j'ai eu l'impression que la couronne était d'une constitution à peu près uniforme dans tout son pourtour. Elle s'étendait, dans le sens de l'équateur, de part et d'autre de la Lune, jusqu'à une fois et demie environ le diamètre de celle-ci, l'expansion orientale l'emportant un peu sur l'opposée ; les dépressions polaires étaient peu accentuées ; les jets, peu filamenteux, se distinguaient mal du reste et présentaient des teintes fondues allant se perdre insensiblement dans le ciel.

Toutefois, en prolongeant l'attention sur les diverses parties, on finissait par percevoir des divisions dont quelques-unes dessinaient vaguement des sortes de pétales ; de telle manière que cette couronne rappellerait le type de celle qui a été décrite par Liais, au Brésil, en 1858, et dont Secchi reproduit le dessin à la page 337 de son Ouvrage *Le Soleil*. J'avoue que la bizarrerie de cette figure m'avait jusqu'ici laissé, comme Secchi, un peu sceptique.

Du reste ces divisions ne conservaient pas une valeur constante ; les diversités d'éclat et de couleur des portions contiguës m'ont paru varier pendant la totalité.

A plusieurs reprises, après le second contact, j'avais de nouveau jeté les yeux vers le premier bord et je n'y avais encore vu aucun appendice ; il m'en était resté une demi-indifférenee inconsciente à l'égard de cette région, comme s'il ne devait rien s'y produire et je m'attardais vers la région opposée où je m'efforçais de voir avec plus de certitude les détails de la couronne, quand mon fils nous prévint que le troisième contact était proche et recommença à battre la seconde. Je revins en toute hâte vers le premier bord et, alors, à ma grande surprise, j'y aperçus une masse colorée

importante d'où se détachait une grande protubérance. Sa teinte était moins vive que celle des protubérances du bord oriental; mais elle était plus élevée. Sans avoir eu le temps d'en retenir la forme avec autant de certitude que celle des autres, je crois pouvoir dire que sa hauteur atteignait 3′ à 4′.

Nul doute que je ne l'eusse vue beaucoup plus tôt si elle eût existé; et, en effet, M. Borrelly croit avoir assisté à sa formation; jetant les yeux vers ce point, 16 à 17 secondes avant le troisième contact, il lui sembla voir jaillir cette protubérance comme une fusée, en même temps qu'une gerbe de rayons, d'un jaune paille clair, s'élançait tout autour jusqu'à la limite extrême de la couronne.

Les trois protubérances du second bord étaient visibles à l'œil nu; M. Borrelly l'a constaté. En même temps, il a aperçu Vénus, Mercure, Régulus, Arcturus et les six plus belles étoiles de la Grande Ourse.

Après cet examen direct rapide, il est revenu à sa lunette et a exploré les alentours du Soleil entre les parallèles de Mercure et de Régulus. Il n'y a rencontré ni planète ni comète. Les étoiles du Lion, 3622 et 3649 B.A.C., dont les grandeurs respectives sont 6 et 7,5, étaient couvertes par la couronne et invisibles. Après la réapparition de la lumière, M. Borrelly continua à distinguer la grande protubérance du premier bord qui ne s'évanouit qu'une vingtaine de secondes plus tard. Il vit également la couronne pendant 45 secondes et la lumière cendrée de la Lune pendant 2 minutes après la totalité.

Pour moi, aussitôt après le troisième contact, je suis repassé à la région du second bord. J'ai également continué à voir le disque de la Lune, éclairé par une lueur cendrée assez terne, se projeter sur la couronne; son contour était bordé extérieurement d'un étroit ruban plus clair que le reste. La couronne fut ainsi visible de plus en plus faiblement pendant 2 minutes et 35 secondes environ après la fin de la totalité.

Il y a encore à mentionner quelques détails relatifs aux contacts internes.

En 1868, avec le même instrument, le bord du Soleil m'avait paru recouvert d'une très mince couche assez brillante pour faire hésiter sur l'instant du contact et Tisserand, qui observait avec une lunette de Cauche de 6 pouces d'ouverture, avait aussi signalé le fait. Cette année, je n'ai rien vu de semblable. Les deux contacts intérieurs ont pu être observés avec beaucoup de facilité.

Le liséré rouge carmin, d'une teinte si vive et qui nous avait tant frappés au moment du deuxième contact, n'a pas été revu pour le troisième.

M. Borrelly a distingué très nettement les grains de Baily, surtout pour le deuxième contact. Ils ont été à peine marqués dans le télescope.

Voici maintenant, en temps moyen de Guelma, les heures trouvées pour

les quatre contacts ainsi que pour les occultations des noyaux du groupe de taches le plus rapproché du bord occidental du Soleil :

	Borrelly.	Stephan.	Temps calculés.
	h m s	h m s	h m s
Premier contact.......	0.43.39,1	0.43.39,1	0.43.52
Deuxième contact.....	2. 3.29,5	2. 3.29,5	2. 3.45
Troisième contact.....	2. 7. 3,5	2. 7. 0,5	2. 7.25
Quatrième contact....	3.19.59,9	3.19.58,9	3.20.23

Occultation de *a*, *a'*.		Borrelly.
		h m s
Noyau *a*........	Premier bord..........	1.20.58,3
	Second bord...........	1.21. 5,3
Noyau *a'*.......	Premier bord..........	1.21.13,3
	Second bord...........	1.21.29,3

Le premier et le quatrième contact ont été observés, par MM. Borrelly et Stephan, par projection sur des écrans. Pour ces contacts, le miroir du télescope avait été diaphragmé à 20cm.

Les temps des contacts ont été calculés, au moyen des données de la *Connaissance des Temps,* en prenant pour coordonnées de la tour de la Mosquée :

Longitude............	5° 5′ 34″	à l'est du méridien de Paris
Latitude boréale......	36° 27′ 55″	»

Par les nombres qui précèdent on constate que les deux premiers contacts ont eu lieu à peu près 14 secondes et les deux derniers 24 secondes avant les instants calculés.

L'éclipse a produit un abaissement de température de 6°, comme le montrent les observations thermométriques suivantes du Dr Stephan.

Temps moyen local.	Température.
h m	°
1. 6....................	34,8
16....................	34,5
26....................	35,0 maximum
36....................	34,7
46....................	34,0
1.56....................	33,0
2. 6....................	32,0
16....................	30,0
26....................	29,5 coup de vent d'ouest assez fort
2.36....................	29,0 minimum
3.21....................	30,5

On remarquera le coup de vent qui est signalé 10 minutes avant le minimum, lequel ne s'est produit qu'une demi-heure après la totalité.

L'obscurcissement a été moindre que nous ne le supposions : on n'a pas cessé de pouvoir écrire. Nous étions mal placés pour apprécier avec précision l'intensité de la lumière persistante puisque les arbres nous masquaient une partie du ciel. On peut dire approximativement que la lumière dépassait celle d'une belle pleine Lune.

Nous n'avons pu naturellement constater ni l'arrivée de l'ombre ni le passage des franges ondulatoires; mais on nous a rapporté que ces phénomènes ont été vus par des spectateurs nombreux sur le plateau qui domine la ville.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation de deux de ses Membres, choisis en dehors du personnel enseignant de l'École Polytechnique, qui devront faire partie, cette année, du Conseil de perfectionnement de cette École.

MM. **Maurice Levy** et **Bouquet de la Grye** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Recherches sur les maladies de la vigne. Anthracnose.* II. — *Nouvelles recherches sur l'anthracnose : levures, kystes, formes de reproduction et de conservation du* Manginia ampelina, par P. Viala et P. Pacottet. (Présenté par M. Guignard.)

2° *Note historique sur l'emploi de procédés matériels et d'instruments usités dans la Géométrie pratique au moyen âge* (xe-xiiie *siècles*), par Victor Mortet.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches spectroscopiques pendant l'éclipse du 30 août 1905 à Alcosebre (Espagne).* Note de M. **Milan Stefanik**, présentée par M. J. Janssen.

Grâce à l'aimable invitation de M. Janssen, j'ai pu, sous sa direction, observer l'éclipse du 30 août 1905 à Alcosebre.

Mon intention était, d'une part, de faire des recherches spectroscopiques de la couche renversante dans la région du spectre moins réfrangible que C et, d'autre part, d'étudier le spectre de la couronne et principalement la raie verte de ce spectre.

Pour réaliser ce programme M. Janssen m'avait prêté des instruments appartenant à la collection de l'Observatoire de Meudon.

J'ai organisé un télespectroscope composé d'une lunette de Prazmowsky de $0^m,80$ de distance focale et d'un spectroscope de Duboscq à un prisme de sulfure de carbone. L'image d'un micromètre divisé sur verre était envoyée par réflexion sur la deuxième face du prisme dans la lunette d'observation et servait aux mesures de position des raies.

Le faisceau solaire était envoyé dans la lunette du spectroscope par un héliostat de Silbermann dont le miroir plan était argenté à la surface. Cet héliostat avait été muni de rappels formés de flexibles et de manettes pour permettre à l'observateur de donner à l'image les mouvements convenables, tout en conservant l'œil à l'oculaire du spectroscope.

Pour l'observation du spectre rouge extrême, j'avais placé immédiatement devant la fente un écran formé d'une lame de verre recouverte de collodion coloré en rouge.

Cet écran avait pour but de ne laisser pénétrer dans l'appareil que les rayons que je désirais étudier.

Le prisme était placé au minimum de déviation pour la raie D.

En observant les phases j'ai été frappé de ce fait qu'en observant avec une fente relativement large, j'ai pu voir quelques raies dans la partie infra-rouge. Ces raies, identifiées avec les spectres d'Abney et de Langley, correspondent aux raies ρ, σ, τ et Φ.

Après la totalité, un nuage léger ayant passé devant le Soleil, j'ai vu ces raies plus intenses et plus nettes, et c'est à ce moment que j'ai pu les mesurer avec la plus grande précision.

Environ 2 minutes avant le deuxième contact, en enlevant l'écran rouge, j'ai observé la raie D_3 brillante; je remis l'écran pour observer la première couche renversante.

De A à l'extrême rouge je n'ai vu aucune raie brillante produite par la couche renversante.

J'ouvris alors la fente aussi largement que possible et retirai l'écran rouge.

Je déplaçai la lunette du spectroscope pour observer les différentes parties du spectre.

Dans les raies C et D_3 je remarquai trois jolies protubérances et l'arc chromosphérique très intense, mais l'image monochromatique de la couronne était très faible ou absente.

L'image monochromatique de la couronne dans la raie verte λ 530 était extrêmement brillante, je fis un dessin de cette image. Sur le milieu du bord du disque était une courte et mince languette brillante, l'éclat de la couronne était plus grand pour les parties plus éloignées du bord solaire et l'augmentation de son éclat nettement sensible à partir de 5′ de ce bord.

Les jets de la couronne étaient plus brillants que l'ensemble et correspondent comme forme et comme position aux jets qui ont été obtenus dans les photographies.

J'ai pu remarquer que les raies des longueurs d'onde 545,0 et 557,0, signalées comme coronales, n'étaient pas visibles dans mon spectroscope.

Le spectre continu de la couronne m'a paru faible du côté du rouge et présenter son maximum dans le vert entre D_3 et la raie verte plus près de cette dernière.

Je n'ai pas eu le temps d'observer le spectre dans les radiations plus réfrangibles que la raie verte de la couronne.

Au signal donné annonçant l'approche du troisième contact je remis la lunette du spectroscope à la position permettant d'observer le rouge extrême et replaçai l'écran, la fente restant largement ouverte.

Ma première observation fut confirmée, aucune raie brillante ne fut visible dans la partie extrême rouge.

Je remercie ici M. Janssen pour toutes les facilités qu'il m'a procurées pour l'exécution de ces travaux.

C'est pour moi un grand honneur d'avoir pu observer pour la première fois une éclipse sous les auspices d'un des fondateurs de l'astronomie physique.

En même temps je remercie M. Millochau pour ses précieux conseils et M. Pasteur pour l'aide bienveillante qu'il m'a apportée.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'observation de l'éclipse totale du* 30 *août* 1905 *à Alcosebre* (*Espagne*). Note de M. G. **Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

Chargé par M. Janssen, qui m'avait désigné pour faire partie de sa mission, de faire des études spectroscopiques sur les enveloppes gazeuses so-

laires, je m'étais proposé, pour l'étude de l'éclipse du 30 août 1905, le programme suivant :

1° Étude photographique dans la région lumineuse, surtout dans le rouge, le jaune et le vert, du spectre de la couche renversante et de la chromosphère;

2° Étude du spectre de la couronne dans la même région;

3° Mêmes recherches dans l'ultra-violet;

4° Photographies pendant la totalité avec des plaques sensibles au rouge, en utilisant seulement la lumière provenant des radiations rouges.

Instruments employés. — Sur une monture équatoriale servant habituellement de support à une lunette de 8 pouces je fixai une solide planche qui servit de support aux appareils suivants :

1° Un spectrographe à prisme de flint (construit pour la grande lunette du Mont-Blanc, et décrit aux *Comptes rendus* du 6 février 1905), réglé pour le spectre lumineux. Une lentille achromatique de 33^{cm} de distance focale projetait sur la fente l'image du Soleil. Un écran de verre couvert de gélatine colorée à la chrysoïdine et destiné à diminuer l'intensité lumineuse des parties bleues et violettes du spectre, et la lumière diffuse de ces couleurs, était placé entre cette lentille de projection et la fente.

Un obturateur Guéry était disposé devant la lentille de projection.

2° Un spectrographe à deux prismes, dont toutes les pièces optiques étaient de quartz; un obturateur Guéry était également placé devant la lentille projetant sur la fente l'image solaire.

Ce spectrographe était réglé pour les radiations de $\lambda\ 320^{\mu\mu}$.

Les fentes des spectrographes étaient orientées dans une direction parallèle à la corde dn croissant solaire qui se produit pendant l'éclipse avant le deuxième contact.

3° Une chambre photographique ordinaire munie d'un objectif Suter de 700^{mm} de distance focale.

4° Un chercheur composé d'un objectif ordinaire et d'un oculaire divergent projetant une image agrandie sur un verre dépoli.

5° Un télespectroscope servant de chercheur et composé d'une lunette de Vion de 1^{m} de distance focale et d'un spectroscope à vision directe, de Browning, dont la fente avait été enlevée.

Les plaques employées étaient : pour le premier spectrographe, des plaques panchromatiques de la maison Lumière, sensibilisées au trempé à l'orthochrome T. Hœchst; pour le deuxième spectrographe, des plaques Lumière marque Σ; pour la chambre photographique, des plaques Lumière panchromatiques, recouvertes, sur la gélatine, d'une couche de collodion fortement teinté avec un mélange de chrysoïdine et de violet de Paris.

La coloration de cette couche était telle qu'en projetant la lumière solaire sur un spectroscope à fente large, les radiations plus réfrangibles que C étaient complètement absorbées par une seule couche colorée.

Les fentes des spectrographes étaient ouvertes à $1^{mm},5$ et ne servaient qu'à limiter

les images monochromatiques données, dans chaque radiation, par le croissant d'abord, puis par la couronne.

Mode opératoire. — A partir du moment où le croissant fut très petit j'observai son spectre avec le télespectroscope, je vis apparaître d'abord les raies noires du spectre solaire, puis les pointes fines et brillantes de la couche renversante; ces pointes se rapprochèrent pour ne former qu'une série de petits croissants brillants qui diminuèrent rapidement et disparurent.

Les raies chromosphériques formaient, au moment de la disparition, un demi-cercle complet.

Au moment où le spectre continu brillant disparut, je pressai sur les poires manœuvrant les obturateurs des spectographes, et donnai en même temps un signal indiquant à l'observateur chargé du chronomètre le commencement de la totalité.

Après la disparition des raies de la couche renversante, je refermai les obturateurs et changeai les châssis; je fis ainsi poser tous les appareils pendant 1 minute 50 secondes. Les châssis furent de nouveau changés et préparés pour l'étude du troisième contact.

Au moment de l'apparition des raies chromosphériques j'ouvris les obturateurs. Après 10 secondes environ, les raies de la couche renversante apparurent. Les obturateurs furent fermés au moment où se montra le premier point lumineux, je donnai en même temps le signal indiquant le troisième contact.

Une épreuve fut faite immédiatement après la totalité, avec pose très rapide, pour obtenir le spectre de Fraunhofer donné par le croissant. Cette épreuve pourra servir à déterminer, par comparaison, l'intensité relative du spectre de la couronne dans les diverses radiations.

Résultats. — Les raies les plus intenses de la couche renversante ont été obtenues de C à K, la raie verte de la couronne a été photographiée et présente une intensité remarquable. Les résultats obtenus avec le spectrographe à pièces optiques de quartz ont été également satisfaisants.

De nombreux détails existent sur ces photographies, une étude complète en sera faite et les résultats publiés ultérieurement.

Les épreuves obtenues avec la chambre photographique n'ont pas encore été révélées, cette opération nécessitant des manipulations spéciales.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la lumière polarisée de la couronne solaire.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

L'application du photopolarimètre de Cornu à l'étude de la polarisation de la lumière coronale du Soleil demande, comme on sait, une large plage lumineuse sur laquelle l'ouverture carrée de l'appareil puisse se projeter complètement, condition qui peut être remplie soit en employant une lunette puissante donnant une image du Soleil d'assez grand diamètre, ce qui permet d'appliquer la méthode en toute circonstance, soit en profitant de l'occasion où les enveloppes solaires se montrent allongées, car alors il suffit d'une image bien plus réduite, ainsi qu'il est arrivé lors de l'éclipse de 1900.

Une lunette de 10^{cm} d'ouverture fut alors suffisante pour obtenir le résultat encourageant que j'eus l'honneur de communiquer à l'Académie, mais pour l'observation de la dernière éclipse, où il était à prévoir que la couronne se montrerait plus uniformément distribuée autour du disque lunaire et offrirait partant une plage trop restreinte dans un réfracteur aussi petit, il m'a fallu songer à une autre méthode qui mît sous les yeux la proportion de lumière polarisée qu'il s'agissait de mesurer.

Un système optique constitué par un objectif astrophotographique de $0^{m},075$ de diamètre et $0^{m},88$ de foyer, et un prisme de Wollaston de $0^{m},062$, a été adapté à une chambre noire entraînée sur pied d'équatorial. Essayée préalablement sur la Lune à son premier quartier, dans la période d'accroissement de sa lumière polarisée, la méthode m'avait donné un résultat satisfaisant. En vue d'étendre le plus possible l'action du prisme biréfringent, ses sections principales avaient été orientées sensiblement dans le sens prévu des expansions coronales formant la croix de Saint-André, soit à 45° de la verticale d'Alcosebre, coïncidant, à 4° près, avec l'axe du Soleil.

Eu égard à la forte proportion de lumière polarisée de la couronne en 1900, je m'attendais à en retrouver des traces dès le milieu de la couronne intérieure; mais, contrairement à mon attente, la polarisation ne s'est montrée qu'au-dessus de cette couche, en atteignant son maximum en pleine couronne extérieure. Sur les six photographies que j'en ai prises pendant la totalité, les deux images du disque lunaire apparaissent entourées d'une atmosphère lumineuse ayant à sa base la même intensité sur tout leur pourtour. L'action du wollaston n'y est nettement visible qu'à partir de la couche élevée de la couronne intérieure proprement dite, ainsi qu'on peut le remarquer sur les trois épreuves positives qui accompagnent cette Note, provenant des clichés obtenus entre la fin de la première minute et

le commencement de la troisième. Les temps de pose ont été de 6, 4 et 5 secondes.

Bien que la précision que l'on peut atteindre avec le nouveau procédé soit inférieure à celle du photopolarimètre, il permet néanmoins d'obtenir des résultats approchés à $-\frac{1}{10}$ près. La proportion de lumière polarisée dont il s'agit maintenant, mesurée sur les clichés à l'aide d'une gamme à 10 intensités, savoir : 0 pour la lumière naturelle, 10 pour la lumière complètement polarisée, a été trouvée comprise entre 0,50 et 0,60, valeur qui diffère à peine de celle que j'avais obtenue en 1900.

Il ne sera pas hors de propos de faire remarquer que cette absence de polarisation dans les couches basses ou moyennes, selon le sens que l'on attache à ces dénominations, et la faible obscurité que l'on a observée pendant la phase totale, ont été deux faits concomitants, ce qui porte à penser qu'ils pourraient bien tenir à une même cause : l'éclat inattendu de l'ensemble de la couronne, témoignant d'une lumière propre extraordinaire. Le second en proviendrait directement; le premier, en vertu des modifications profondes qui, à cette époque du maximum de l'activité solaire, s'opèrent au sein des masses coronales, d'où il résulterait que leurs molécules agissent à la manière des nuages de notre atmosphère, qui ne polarisent pas la lumière. Reste maintenant à déterminer la nature de ces modifications que les faits viennent de mettre en évidence et dont la genèse semble être en rapport avec le centre d'activité du Soleil.

Outre l'étude de la polarisation, j'avais de l'intérêt à savoir, d'abord, jusqu'à quel point mon calcul général de l'éclipse était d'accord avec l'observation; puis, quel avait été pendant le phénomène l'état du ciel le long de la zone. Ainsi que la logique l'avait déjà fait prévoir d'après les raisons que j'en avais données trois ans à l'avance, Alcosebre a été l'un des lieux les plus favorisés au point de vue du beau temps, et l'on a pu observer par un ciel tout à fait transparent le premier contact et la phase totale. D'après mon observation, le premier contact est arrivé 9 secondes plus tôt que l'instant calculé, ce qui provient de la petite erreur dont étaient entachées les coordonnées géographiques de cet endroit, tirées de la carte de l'Espagne de Vogel, sur lesquelles je dus fonder le calcul particulier pour le lieu considéré, dont la latitude a dû être augmentée de $1'40''$, et dont la longitude demanderait une correction un peu moindre vers l'Ouest. Ces petits écarts de la position exacte sont au reste sans influence sensible sur la durée de la totalité, qui a été de 3^m42^s d'après mon observation, soit exactement l'intervalle calculé. MM. Pasteur et Millochau, de la mission de M. Janssen, qui observaient à 1^{km} au nord-est de mon emplacement, ont aussi trouvé 3^m42^s [1].

---

[1] Qu'il me soit permis de remercier ici M. Vallejo, jeune avocat, qui a bien voulu être mon aide.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Groupes contenant plusieurs opérations de l'ordre deuxième*. Note de M. **G.-A. Miller**, présentée par M. Jordan.

I. Si toutes les opérations (sans compter l'identité) d'un groupe sont d'ordre *deux*, le groupe est abélien et de type (1, 1, 1, ...) [1]. Dans chacun des autres groupes il y a au moins un quart des opérations ayant des ordres excédant *deux*.

S'il y a exactement un quart des opérations d'un groupe (G) qui aient des ordres excédant *deux*, G est le produit direct du groupe octique [2] et d'un groupe abélien d'ordre 2^α et de type (1, 1, 1, ...). S'il y a exactement la moitié des opérations de G qui soient d'ordre *deux*, G est de l'ordre $2h$ (h étant un nombre impair) et il contient un sous-groupe abélien (H) d'ordre h. Toutes les opérations de ce G qui ne sont pas en H, c'est-à-dire toutes les opérations de G — H, sont d'ordre *deux* et transforment chaque opération de H dans son inverse. Si G est un groupe qui ne soit pas dérivé de celles de ses opérations qui ont des ordres excédant *deux*, ces opérations engendrent un sous-groupe abélien H qui est composé de la moitié des opérations de G. Les opérations de G — H sont d'ordre *deux* et transforment chaque opération de G en son inverse. Quelques-uns des résultats ci-dessus dépendent directement du théorème suivant :

Un groupe abélien peut se définir comme étant un groupe dans lequel chaque opération peut se transformer dans son inverse par la même opération.

II. Soit G un groupe non abélien d'ordre 2^m dans lequel plus de la moitié des opérations soient de l'ordre 2. On a vu qu'au moins un quart des opérations de G sont d'ordre > 2. Nous prouverons que le nombre de ces opérations est toujours de la forme $\frac{2^\alpha - 1}{2^{\alpha+1}} g$, g étant d'ordre de G. De plus, on sait qu'il y a des groupes pour chaque valeur de $\alpha > 0$. Le type possible de ces groupes, quand $\alpha = 1$, a été mentionné ci-dessus. Quand $\alpha = 2$, tous les types possibles ont été déterminés récemment.

Le groupe quotient de G correspondant à son sous-groupe commutateur doit être du type (1, 1, 1, ...), puisque ce groupe quotient est abélien et plus de la moitié des opérations de G sont d'ordre 2. Soit I représentant le groupe quotient de G correspondant à un sous-groupe invariant composé de la moitié du sous-groupe commutateur

---

(1) *Quarterly Journal of Mathematics*, Vol. XXVII, 1894, p. 99.

(2) Pierpont, *Annals of Mathematics*, Vol. I, 1900, p. 140.

de G. Le sous-groupe commutateur de I est d'ordre 2. Dès lors, son groupe d'isomorphismes cogrédients est d'ordre 2^{2n} (1). Toutes les opérations d'ordre 4 contenues dans ce sous-groupe ont le commutateur d'ordre 2 pour leur carré. Si I_1 représente le sous-groupe de I qui est composé de toutes les opérations de I commutatives avec quelque opération non-invariante d'ordre 2 en I, donc I_1 est d'ordre 2^{l-1}; 2^l étant l'ordre de I. Le groupe d'isomorphismes cogrédients de I_1 est d'ordre $2^{2(n-1)}$, et exactement la moitié des opérations en $I - I_1$ sont d'ordre 2. En répétant ce raisonnement on voit que le nombre des opérations d'ordre 4 en I est

$$\left(\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\ldots+\frac{1}{2^{n+1}}\right)2^l = \frac{2^n-1}{2^{n+1}}2^l.$$

Supposons que le nombre des opérations dont l'ordre excède 2 dans le sous-groupe H de G, lequel correspond à I_1, soit de forme $\frac{2^\alpha - 1}{2^{\alpha+1}}h$. Il est clair que $\alpha > n-2$. Si les opérations de G qui correspondent aux opérations d'ordre 2 en $I - I_1$ renferment quelque opération dont l'ordre excède 2, le nombre de ces opérations ne peut pas être moindre que 2^{m-n-3}, puisqu'une telle opération d'ordre 2 est contenue dans un sous-groupe de I lequel est d'ordre 2^{l-n} et ne comprend aucune opération d'ordre 4. Quand $\alpha > n$, toutes les opérations de G, lesquelles correspondent aux opérations d'ordre 2 en $I - I_1$, doivent être, par conséquent, d'ordre 2, puisque

$$\frac{2^{n+1}-1}{2^{n+3}}+\frac{1}{2^{n+3}}+\frac{1}{4}=\frac{1}{2};$$

c'est-à-dire qu'au moins la moitié des opérations de G seraient d'ordre plus grand que 2, ce qui est contraire à l'hypothèse.

Quand toutes les opérations de G, lesquelles correspondent aux opérations d'ordre 2 en $I - I_1$, sont d'ordre 2, il est clair que le nombre des opérations de G dont les ordres excèdent 2 est de la forme $\frac{2^\beta - 1}{2^{\beta+1}}g$. Il reste donc à considérer seulement les cas où $\alpha = n$ ou $n-1$. Dans le premier cas, le nombre serait de la forme requise, puisque

$$\left(\frac{2^n-1}{2^{n+2}}+\frac{1}{2^{n+3}}+\frac{1}{4}\right)g$$

est la forme requise. Dans le dernier cas, le nombre de ces opérations serait encore de la forme requise, puisque le nombre des opérations de G d'ordre plus grand que 2 et correspondant aux opérations d'ordre 2 en $I - I_1$ serait 2^{m-n-2}, s'il existait de telles opérations. Ceci prouve le théorème en question, puisque le théorème est vrai pour le groupe octique.

---

(1) Fite, *Transactions of the American mathematical Society*, Vol. III, 1902, p. 342.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du cyclohexane.* Note de MM. **P. Freundler** et **E. Damond**, présentée par M. H. Moissan.

Nous avons eu l'occasion, au cours de recherches qui seront publiées ultérieurement, d'étudier et d'améliorer la préparation de certains dérivés du cyclohexane; il nous paraît utile d'indiquer rapidement les résultats auxquels nous sommes arrivés.

Bromocyclohexane : $C^6H^{11}Br$. — Ce composé s'obtient facilement avec un rendement de plus de 68 pour 100 de la théorie, en faisant tomber peu à peu, à froid et en agitant, du tribromure de phosphore ($1^{mol},5$) dans du cyclohexanol (3^{mol}). Au bout de 12 heures, on verse sur de la glace sans décanter au préalable, on lave le produit à la soude diluée, on sèche et l'on rectifie dans le vide. Il se forme en même temps dans cette réaction un peu de phosphite de cyclohexyle. Le bromocyclohexane bout à 61°-62° sous 20^{mm}; il a déjà été préparé en chauffant le cyclohexanol avec de l'acide bromhydrique fumant.

Iodocyclohexane : $C^6H^{11}I$. — Pour obtenir cet iodure, on commence par préparer de l'iodure de phosphore en dissolvant de l'iode (3^{at}) et du phosphore blanc (1^{at}) dans du sulfure de carbone sec; après avoir chassé ce dernier par distillation dans un courant d'acide carbonique, on introduit le cyclohexanol (3^{mol}) et on laisse en contact pendant 2 ou 3 jours en ayant soin de maintenir l'appareil dans l'eau froide et d'agiter fréquemment. Finalement, l'iodure de phosphore est transformé en acide phosphoreux sirupeux blanc. On traite alors par l'eau, la soude diluée, on sèche et l'on rectifie dans le vide. Rendement 87 pour 100 de la théorie. L'iodocyclohexane bout à 84°-86° sous 23^{mm}-24^{mm}.

Les dérivés halogénés du cyclohexane se prêtent fort mal aux condensations avec les dérivés sodés, en raison de la facilité avec laquelle ils se dédoublent en cyclohexène et hydracide. Ainsi nous n'avons obtenu que des traces du produit normal de réaction en chauffant le chlorure ou l'iodure avec de l'éther acétylacétique sodé, soit en présence d'alcool absolu, à 100°, en vase clos, soit en solution xylénique à 150°. L'éther cyanacétique sodé a fourni des résultats un peu moins mauvais, mais ce n'est qu'avec l'éther malonique sodé que nous avons pu obtenir une quantité appréciable de produit de condensation.

Éther cyclohexylcyanacétique : $C^6H^{11}.CH\langle{}^{CAz}_{CO^2C^2H^5}$. — La réaction a été effectuée en solution dans le xylène sec. Après 48 heures de chauffage à 145°-150°, la masse possédait encore une réaction fortement alcaline; nous avons pu néanmoins en retirer une petite quantité d'éther cyclohexylcyanacétique (10 pour 100 de la théorie), sous

la forme d'un liquide incolore, d'odeur faible, bouillant à 158°-161° sous 23^{mm}-24^{mm}.

Ether cyclohexylmalonique : $C^6H^{11}.CH(CO^2C^2H^5)^2$. — La condensation, conduite comme dans le cas précédent, nous a fourni l'éther cyclohexylmalonique avec un rendement de 27,5 pour 100. Cet éther distille à 148-151° sous 16^{mm}-17^{mm}.

Acide cyclohexylacétique ou hexahydrophénylacétique : $C^6H^{11}.CH^2.CO^2H$. — Cet acide a été préparé de deux façons : 1° en chauffant à 190° pendant plusieurs heures l'acide cyclohexylmalonique résultant de la saponification de l'éther correspondant par la potasse alcoolique; 2° en chauffant 4 heures à l'ébullition l'éther cyclohexylcyanacétique avec de l'acide sulfurique additionné de son volume d'eau. Il se présente sous la forme de petites paillettes blanches, fondant vers 27°, très solubles dans les liquides organiques y compris l'éther de pétrole léger. Il bout sans décomposition à 244°-246° sous la pression normale et possède une odeur qui rappelle celle de l'acide phénylacétique.

L'*éther éthylique*, préparé au moyen de l'alcool absolu et du gaz chlorhydrique, constitue un liquide d'odeur assez agréable, qui distille à 211°-212° sous 766^{mm}.

Le cyclohexanol employé dans ces recherches a été préparé par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, en suivant un mode opératoire analogue à celui qui a été décrit récemment par M. Brunel (1).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décomposition des alcools méta- et para-nitrobenzyliques sous l'influence de la soude aqueuse et de la soude alcoolique.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

De même que l'alcool *o*-nitrobenzylique (2), les alcools méta- et paranitrobenzyliques sont décomposés par les liqueurs alcalines; leur destruction est cependant plus lente que celle de l'alcool *o*-nitrobenzylique et donne naissance à un mélange de substances, moins complexe que celui fourni par l'alcool ortho-nitré.

1° *L'alcool méta-nitrobenzylique* (25g), chauffé à 100° avec la soude aqueuse à 10 pour 100 (250g), pendant une heure environ, est complètement décomposé; il reste, après refroidissement, 10 à 12 pour 100 d'une substance insoluble, qui est de l'alcool méta-azoxybenzylique,

CH²OH CH²OH
N — N
O

(1) *Thèse de Doctorat,* 1905, Gauthier-Villars.

(2) P. Carré, *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 663.

composé très soluble dans l'alcool, assez soluble dans le benzène chaud et très peu soluble dans le benzène froid, il cristallise dans ce dernier dissolvant en longues aiguilles très faiblement jaunâtres fusibles à 86°; son dérivé dibenzoylé,

$$(C^6H^5 - CO^2 - CH^2 - C^6H^4 - N)^2 = O,$$

cristallise dans l'alcool en fines lamelles blanches fusibles à 97°. La liqueur alcaline, précipitée par l'acide chlorhydrique, abandonne un mélange d'acide méta-nitrobenzoïque (séparé par l'eau bouillante) et d'acide méta-azoxybenzoïque (fusible avec décomposition vers 345° sur le bloc Maquenne).

La soude alcoolique réalise une décomposition plus rapide et différente de l'alcool méta-nitrobenzylique; il se forme de l'acide méta-azobenzoïque (fusible en se décomposant vers 340°) et de l'alcool méta-azobenzylique,

$$\begin{array}{ccc} CH^2OH & & CH^2OH \\ | & & | \\ C^6H^4 & -N=N- & C^6H^4 \end{array}$$

très soluble dans l'alcool, moins soluble dans le benzène dans lequel il cristallise en belles aiguilles orangées fusibles à 106°; son dérivé benzoylé,

$$(C^6H^5 - CO^2 - CH^2 - C^6H^4 - N =)^2,$$

cristallise dans l'alcool en lamelles orangées, moins foncées que l'alcool dont il dérive, fusibles à 124°.

2° *L'alcool paranitrobenzylique* est décomposé par la soude aqueuse plus rapidement que l'alcool méta, mais plus lentement que l'alcool ortho. Chauffé avec la soude aqueuse à 10 pour 100, il paraît se dissoudre entièrement, mais la liqueur abandonne, après refroidissement, une faible proportion (6 à 7 pour 100) de substances insolubles; la majeure partie de cette portion est formée d'alcool para-azobenzylique, caractérisé par son dérivé benzoylé, et d'aldéhyde para-azobenzoïque, caractérisé par sa phénylhydrazone et la coloration bleue que donne cette dernière avec l'acide sulfurique concentré; il s'y trouve aussi, en très petite quantité, un corps presque insoluble dans l'alcool, fusible à 224°, qui paraît être identique avec l'éther azoparaformylphénylique de la paranitrobenzaldoxime décrit par F.-J. Alway [1]. La liqueur alcaline, précipitée par l'acide chlorhydrique, fournit un mélange d'acide paranitrobenzoïque et d'acide para-azobenzoïque (se décomposant sans fondre vers 330°).

La soude alcoolique transforme l'alcool paranitrobenzylique en acide para-azobenzoïque et en alcool para-azobenzylique; j'ai préparé le dérivé benzoylé de ce dernier, $(C^6H^5 - CO^2 - CH^2 - C^6H^2_4 - N_1 =)^2$, lequel cristallise dans l'alcool en agglomérations de fines aiguilles rouges fusibles à 164°.

(1) *D. ch. G.*, t. XXXVI, 1903, p. 2307.

Les alcools méta et paranitrobenzyliques, ainsi que l'alcool orthonitrobenzylique, subissent donc en liqueur alcaline des phénomènes d'oxydation et de réduction aux dépens de leurs groupements nitrés et de leurs groupements alcools. La stabilité de ces trois alcools nitrés, vis-à-vis des alcalis, croît du dérivé ortho au dérivé méta, en passant par le dérivé para. La décomposition de l'alcool ortho se distingue de celle des alcools méta et para, par sa plus grande rapidité et par la formation de substances qui résultent de la facilité de réaction des groupements situés en ortho, tandis que les alcools méta et para fournissent exclusivement des produits qui résultent de l'oxydation du groupement alcool et de la réduction du groupement nitré; l'alcool orthonitrobenzylique se différencie encore par la présence, dans ses produits de décomposition, de substances aminées qui ne se forment pas avec les alcools méta et para-nitrés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques éthers phénoliques à chaîne pseudoallylique* $ArC(CH^3) = CH^2$. Note de MM. **Béhal** et **Tiffeneau**, présentée par M. A. Haller.

Dans une première Note [1] nous avons indiqué les conditions de préparation et les constantes de quelques dérivés pseudoallylés aromatiques; l'étude de ces dérivés a été poursuivie : en voici les principaux résultats :

Hydrogénation. — Le sodium et l'alcool absolu hydrogènent totalement [2] la chaîne pseudoallylique en chaîne isopropylique

$$Ar - C(CH^3) = CH^2 + H^2 = Ar - CH(CH^3)^2.$$

C'est ainsi qu'avec les 3 pseudoallylanisols : ortho, méta et para (pseudoanethol), on obtient les 3 isopropylanisols, l'ortho bouillant à 194°-196°, le méta bouillant à 205°-208° et le para à 210°-212°. Le pseudoallylphénétol fournit le para isopropylphénétol (éb. 220°, $d_0 = 0{,}946$) qui, déséthylé par HI, donne le *p.*-isopropylphénol fusible vers 59° (son dérivé benzoylé fond vers 70°-71°). Le pseudométhyleugénol est, par la même voie, hydrogéné en isopropylvératrol bouillant à 232°-236°; le pseudo-safrol conduit de même à l'isopropylméthylène pyrocatéchine bouillant à 230°-233°. Ces deux derniers dérivés ont été utilisés par Delange [3] pour la préparation de l'isopropylpyrocatéchine.

---

(1) Béhal et Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII.

(2) Béhal et Tiffeneau, *Bull. Soc. chim. Paris*, 3e série, t. XXIX, p. 108.

(3) Delange, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1702.

Oxydation. — Les composés pseudoallyliques sont oxydés à froid par MnO^4K aqueux, conformément à l'équation

$$ArC(CH^3) = CH^2 + O^4 = Ar = CO - CH^3 + H^2O + CO^2.$$

On obtient ainsi avec les 3 pseudo-allylanisols, les 3 méthoxyacétophénones, l'ortho bouillant vers 245°, la méta distillant vers 132° sous 15mm, la para fusible vers 38°; avec le pseudo-safrol, la méthylène dioxyacétophénone fusible à 88° et avec le pseudo-méthyleugénol, le diméthoxyacétophénone fusible à 48°.

Fixation de IOH : (*a*) *Action de* HgO *ou* AzO^3Ag *sur les iodhydrines obtenues.* — Les iodhydrines obtenues par fixation de IOH sur les composés pseudoallyliques éliminent HI sous l'action de AzO^3Ag ou d'un excès de HgO en se transformant en arylacétones par suite d'une transposition moléculaire déjà étudiée ici même [1] :

$$ArC(OH)(CH^3) - CH^2I = HI + Ar - CH^2 - CO - CH^3.$$

Le pseudoanéthol conduit à l'acétone anisique (oxime, fus. 72°; semicarbazone, fus. 182°) [2]; le *p*.-pseudoallylphénétol fournit la *p*.-éthoxyphénylacétone bouillant vers 270°-272° et fusible vers + 1°. La même réaction transforme le pseudosafrol en méthylène-dioxyacétophénone (semicarbazone, fus. 175°) et le pseudométhyleugénol en diméthoxyphénylacétone (semicarbazone, fus. à 159°). Ces deux cétones sont identiques à celles obtenues par Wallach et par Höring [3].

(*b*) *Action de la potasse sur les iodhydrines pseudoallyliques.* — En faisant agir, sur les solutions éthérées des iodhydrines, de la potasse en poudre, on obtient des oxydes d'éthylène dissymétriques qui, par simple distillation à la pression ordinaire, s'isomérisent, comme l'a déjà montré l'un de nous pour le premier terme de la série [4], en aldéhydes hydratropiques

$$Ar(CH^3) - \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH^2} \rightarrow Ar - CH(CH^3) - CHO.$$

On obtient ainsi avec le pseudoanéthol l'aldéhyde paraméthoxyhydratropique bouillant à 135° sous 15mm (polymère fusible vers 104°; semicarbazone fusible vers 199°), avec le pseudométhyleugénol l'aldéhyde diméthoxyhydratropique (semicarbazone, fusible vers 158°) et avec le pseudosafrol l'aldéhyde méthylène dioxyhydratropique; toutes ces aldéhydes sont identiques à celles obtenues par une voie toute différente par M. Bougault [5].

---

(1) Béhal et Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 561. — Tiffeneau, *Ibid.*, t. CXXXIV, p. 1505.

(2) Tardy, *Bull. Soc. chim.*, Paris, 3e série, t. XXVII, p. 990.

(3) Wallach, *Liebig's Annalen,* t. CCCXXXII, p. 305. — Höring, *Ber. d. d. ch. Gesell.*, t. XXXVIII, p. 2296.

(4) Tiffeneau, *Comptes rendus,* t. CXL, p. 1458.

(5) Bougault, *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XXV, p. 515, 549, 560.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la sambunigrine, glucoside cyanhydrique nouveau, retiré des feuilles de Sureau noir.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **Em. Danjou.**

Dans notre première Note sur le glucoside cyanhydrique du Sureau ([1]), nous annoncions que ce glucoside, hydrolysable par l'émulsine, devait être un « glucoside lévogyre, très voisin de l'amygdaline, sinon l'amygdaline elle-même ». Pensant d'ailleurs que la question de la nature de ce principe ne pourrait être abordée utilement que sur le produit isolé ([2]), nous avons dirigé nos recherches de ce côté, et, après des essais qui ont été poursuivis de juin à septembre, nous avons enfin réussi à l'obtenir cristallisé et pur.

L'étude que nous en avons faite ensuite et que nous résumons nous permet d'affirmer que c'est bien un glucoside lévogyre, voisin de l'amygdaline; mais elle établit en outre qu'il diffère de tous les glucosides cyanhydriques actuellement connus.

C'est donc un glucoside nouveau; et nous proposons de lui donner le nom de *sambunigrine*, nom qui rappelle celui de la plante (*Sambucus nigra* L.) dont nous l'avons retiré.

Préparation de la sambunigrine. — La préparation de ce glucoside est facilitée par ce fait que les feuilles de sureau noir ne renferment que des traces d'émulsine. On peut dès lors faire sécher ces feuilles à l'air ou même les réduire en pâte à la machine sans que la proportion du glucoside qu'elles renferment diminue sensiblement, De là deux procédés de préparation :

1° *Avec les feuilles desséchées à l'air* ([3]). — Les feuilles desséchées (folioles séparées autant que possible du pétiole) et pulvérisées grossièrement sont d'abord épuisées par de l'alcool à 90° bouillant. On distille la solution alcoolique en premier lieu à l'alambic ordinaire de façon à retirer l'alcool, puis, après filtration, dans le vide partiel jusqu'à réduction en consistance sirupeuse. On traite le sirop par de l'alcool à 95°; on

([1]) *Société de Biologie,* t. LIX, p. 18, séance du 1er juillet 1905.

([2]) *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXII, p. 160, n° du 16 août 1905.

([3]) Nous ne donnons ici qu'un résumé très succinct de ce procédé qui est le premier auquel nous avons eu recours et que nous avons déjà publié (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXII, p. 219, n° du 1er septembre).

sépare le liquide du précipité qui s'est formé et on le distille sous pression réduite, ce qui donne un extrait que l'on épuise à l'ébullition par de l'éther acétique saturé d'eau. On a ainsi une solution éthérée qui renferme tout le glucoside; on l'évapore au bain-marie, et on abandonne à lui-même le résidu qui ne tarde pas à se prendre en cristaux : c'est la sambunigrine brute.

2° *Avec les feuilles fraîches.* — 10^{kg} de feuilles fraîches sont broyées à la machine; la bouillie obtenue est projetée dans environ 12^l d'eau distillée portée et maintenue à l'ébullition (¹). On soumet le produit à la presse et l'on distille les liqueurs dans le vide partiel jusqu'à réduction à 1^l environ.

A ce liquide on ajoute 4^l d'alcool à 90°, ce qui provoque la formation d'un volumineux précipité. On filtre, on distille jusqu'à réduction à environ 350^{cm^3} et l'on ajoute encore 4^{vol} d'alcool à 95°. Il se fait un nouveau précipité; on filtre, on distille d'abord à l'alambic, puis sous pression réduite, ce qui donne un extrait que l'on épuise à l'ébullition par de l'éther acétique saturé d'eau; après quoi on distille les solutions éthérées obtenues.

L'extrait n'étant pas encore suffisamment débarrassé des matières étrangères, on le redissout dans 100^{cm^3} d'eau, on agite la solution aqueuse avec 40^{cm^3} d'éther ordinaire qui enlève un produit verdâtre; on évapore le liquide aqueux, on reprend le résidu par de l'éther acétique saturé d'eau, on distille la solution éthérée et l'on abandonne l'extrait dans lequel cristallise bientôt la sambunigrine brute (²).

Purification de la sambunigrine. — 10^g de sambunigrine brute sont traités à l'ébullition par 50^{cm^3} d'éther acétique anhydre. On filtre à chaud et on laisse cristalliser. On essore les cristaux sur coton à la trompe et on les lave d'abord avec un mélange d'éther acétique anhydre et d'éther éthylique, puis avec un peu d'éther. On dessèche dans le vide sulfurique.

Le produit ainsi obtenu laissant encore des traces de résidu à l'incinération, on le purifie une dernière fois par recristallisation dans un mélange bouillant d'éther acétique anhydre et de toluène.

Propriétés de la sambunigrine. — La sambunigrine cristallise en longues aiguilles incolores, inodores et présentant une saveur d'abord douceâtre puis amère. Elle est très soluble dans l'eau (dans moins de 3,5 parties à 20°), très soluble dans l'alcool froid, assez soluble dans l'éther acétique anhydre ou saturé d'eau, à peu près insoluble dans l'éther éthylique.

Elle est lévogyre. Deux déterminations portant sur un produit n'ayant

---

(¹) Dans toutes ces opérations, nous ajoutons un peu de carbonate de calcium précipité pour saturer les acides végétaux qui, surtout à chaud, pourraient détruire une partie du glucoside.

(²) Au cours de ces opérations nous avons pu séparer, à l'état cristallisé, de notables proportions de sucre de canne et d'azotate de potassium.

pas subi la dernière purification ont donné $\alpha_D = -76°,1$ et $-75°,4$. Une autre, portant sur le produit purifié, a donné $\alpha_D = -76°,3$.

$$\alpha = -1°46', \qquad v = 15^{cm^3}, \qquad l = 2, \qquad p = 0,1736.$$

La sambunigrine se rétracte à 149° et fond à 151°-152°. Elle ne perd pas de poids lorsqu'on la chauffe à 100° et ne réduit pas la liqueur de Fehling.

La sambunigrine est hydrolysée par l'émulsine en donnant du glucose, de l'acide cyanhydrique et de l'aldéhyde benzoïque.

Le dosage du sucre réducteur a donné 61,42 et 61,14 pour 100. Celui de l'acide cyanhydrique 8,61 pour 100.

En soumettant la sambunigrine à la cryoscopie, on a trouvé comme poids moléculaire 298,8.

$$P = 1^g,0086, \qquad \text{eau} = 24^g,97, \qquad A = 0°,25.$$

Dans ces conditions, la sambunigrine nous paraît être un isomère de l'amygdonitrile glucoside de Fischer $C^{14}H^{17}AzO^6$, dont elle diffère en particulier par son fort pouvoir rotatoire : $-76°,3$ au lieu de $-26°,1$.

	$C^{14}H^{17}AzO^6$ (calculé).	Sambunigrine (trouvé).
Poids moléculaire...	295	298,8
Glucose............	61,016 pour 100	61,28
CAzH..............	9,15 pour 100	8,61

BIOMÉTRIQUE. — *Recherches statistiques sur l'évolution de la taille des végétaux.* Note de Mlle **Stefanowska**, présentée par M. Alfred Giard.

En vue de fournir à la Sociologie les matériaux de comparaison d'ordre biologique qui lui sont nécessaires, conformément aux méthodes de M. Ernest Solvay (¹), nous avons étudié comment varie avec le temps la loi de répartition statistique de la taille des végétaux. Grâce à M. le professeur Massart, nous avons pu installer un champ de culture aux environs de Bruxelles et nous y avons semé du *lin* et du *pavot*. Le choix de ces deux espèces de plantes était motivé par ce fait qu'on peut s'en procurer facile-

(¹) *L'Énergétique considérée comme principe d'orientation rationnelle pour la Sociologie,* Bruxelles, 1904.

ment des variétés pures, point capital dans une étude statistique. Pour chaque série de mesures on enlevait, aux âges que nous indiquerons, toutes les plantes d'un même carré de terre, réalisant ainsi des conditions identiques autant que possible. Chaque individu était immédiatement présenté devant une règle graduée, la taille de l'individu comprenant la longueur de la tige augmentée de la longueur des racines. Dans chaque série, on mesurait de 1500 à 2000 individus.

Si l'on rapproche les courbes obtenues pour chaque série, en portant en abscisse la hauteur et en ordonnée le nombre des individus ayant atteint cette hauteur, on constate que toutes ces courbes présentent une grande analogie et se rapprochent, par leur allure générale, des courbes binomiales. Elles ne sont pas absolument symétriques par rapport à l'ordonnée maximum, mais *cette dissymétrie s'atténue rapidement avec le temps;* d'ailleurs, elle est plus marquée chez le lin que chez le pavot, où elle est presque insensible. Nous réservons pour une étude ultérieure l'examen de la courbe statistique dans la période post-germinative.

Quatre séries de mesures ont été faites sur les pavots, répondant respectivement aux âges de 21, 28, 34 et 40 jours, ce dernier âge précédant immédiatement la floraison. La figure 1 représente la répartition des hauteurs de 2055 pavots âgés de 28 jours. Nous avons tracé sur cette figure une courbe de la forme binomiale

$$y = N \frac{k}{\sqrt{\pi}} e^{-k^2(x-m)^2},$$

qui représente assez bien l'allure générale de la répartition; N est le nombre des individus considérés; m est la hauteur moyenne, égale ici à $49^{cm},24$; k est l'analogue d'un *module de précision;* il est caractéristique de la forme de la courbe et, dans le graphique, égal à 0,07544. C'est donc la variation de ce module avec le temps qu'il faut étudier; on a trouvé pour les différentes séries les résultats suivants [1] :

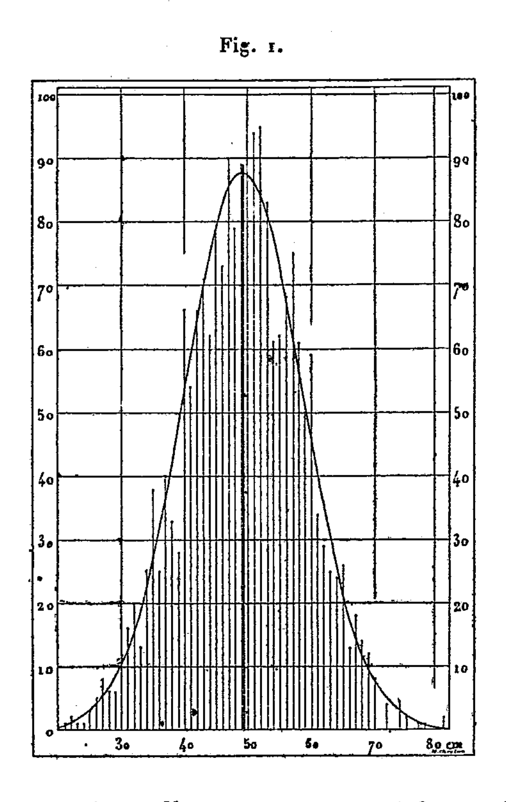
Séries	I	II	III	IV
Ages (en jours)....	21	28	34	40
N...............	1666	2055	2021	1524
m...............	$40^{cm},47$	$49^{cm},24$	$54^{cm},84$	$67^{cm},84$
k...............	0,108	0,075	0,058	0,054

Ces résultats, réduits à un même nombre d'individus (1000), sont données par le graphique 2. On y a porté la forme des courbes binomiales à

[1] Les calculs ont été effectués par M. Henri Chrétien, à Paris.

titre d'indication. L'ordonnée maximum $N\frac{k}{\sqrt{\pi}}$, qui est, d'ailleurs, proportionnelle au nombre des individus moyens, décroît avec le temps et semble

Fig. 1.



être inversement proportionnelle au temps et satisfaire à la relation

$$1000\,\frac{k}{\sqrt{\pi}} = \frac{1217}{t}.$$

Il en résulte que, dans le relativement court intervalle de temps considéré, la spécificité diminue avec l'âge, et l'individualité augmente.

Il y aurait lieu de rechercher la variation de k en fonction de la hauteur moyenne m; il suffit, pour cela, de chercher une relation entre cette hauteur moyenne et le temps, puis d'éliminer ce dernier : on retombe ainsi sur le problème de la croissance. Nous ne disposons pas pour l'instant de matériaux suffisamment nombreux pour résoudre d'une manière complète cette question; néanmoins on peut déjà voir, d'après les chiffres que nous

avons donnés, que la courbe

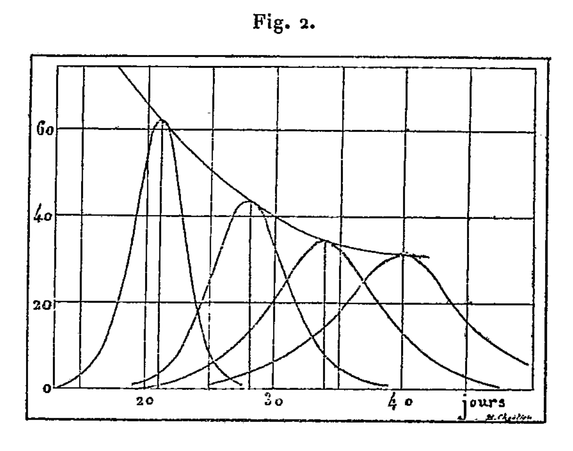
$$k = f(m)$$

descend moins rapidement que la courbe

$$k = \varphi(t),$$

d'où il suit que le module de *précision relative mk* tend à augmenter avec le

Fig. 2.



temps. Cette augmentation ne devient nette qu'à un âge avancé; si elle se confirmait de plus en plus, il en résulterait, par le fait de l'évolution, en même temps qu'un accroissement de l'individualité, une prépondérance croissante de l'individu moyen.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Étude du sang dans un cas d'hémophilie.* Note de M. **P.-Émile Weil**, présentée par M. Lannelongue.

La raison pour laquelle le sang n'a aucune tendance à se coaguler, au niveau d'une plaie même petite, chez les malades dits *hémophiles*, échappe jusqu'ici complètement. On a incriminé tour à tour la crase du sang, les vaisseaux, les tissus, sans fournir la preuve de leur rôle ni arriver à fixer le déterminisme du phénomène.

Nous avons étudié un cas, mis obligeamment à notre disposition par notre ami le Dr Léon Bernard, médecin des hôpitaux. Notre malade était un homme de 45 ans jouissant d'une bonne santé habituelle, sans antécédents héréditaires ni personnels importants; depuis son enfance, toute

plaie provoquait une hémorragie interminable. Il entre à l'hôpital pour une hémorragie gingivale due à l'avulsion de trois dents et qui, datant de 8 jours, l'a mis dans un état de faiblesse profonde; l'hémorragie cesse le onzième jour. Nous sommes ici en présence d'un cas d'hémophilie sporadique, par opposition aux cas héréditaires qui se montrent dans certaines familles, où tous les mâles sont frappés.

L'examen morphologique du sang ne décèle rien d'anormal, comme c'est la règle. L'anémie est intense. G. R. : 2 280 000. Hémoglobine : 0,60 (Gowers). Les globules blancs, les hématoblastes sont normaux de nombre et de proportion. Par contre, la coagulation étudiée *in vitro*, en recueillant aseptiquement le sang par piqûre des veines du coude, présente de grandes anomalies. On constate le type même de ce que nous avons appelé jadis, avec M. le professeur A. Gilbert, la *coagulation plasmatique*. Cette coagulation est d'ailleurs signalée dans diverses observations : sitôt le sang recueilli, les hématies tombent au fond de l'éprouvette et le plasma reste lézardé, blanc au-dessus du cruor rouge. Au bout de 25 minutes, le plasma se prend en gelée; la coagulation commence aussitôt à la surface libre, s'accentue peu à peu et se termine au bout de 1 heure 15 minutes, immobilisant le cruor, qui se coagule ensuite. La rétraction du caillot commence aussitôt, et l'exsudation d'un sérum normal s'opère assez lentement.

Dans les périodes où le malade ne saigne pas et jouit de toutes les apparences de la santé, on peut constater les mêmes troubles de coagulation, sauf que la rétraction du caillot et l'exsudation du sérum se font plus rapidement et plus complètement.

L'étude de la coagulation nous a permis de déterminer quelques faits nouveaux ; jusqu'ici la crainte des hémorragies a empêché de prendre du sang dans les veines des hémophiles; or jamais il ne s'en produit lorsqu'on ponctionne avec une aiguille fine, la paroi veineuse élastique se refermant aussitôt l'aiguille enlevée.

Comme l'a vu M. Hayem, la *chaleur* modifie la coagulation très vite. Tandis qu'elle commence à la 25me minute pour se terminer à la 75me, dans le tube n° 1, laissé à l'air libre, elle met de 15 à 25 minutes dans le tube n° 2, placé dans une étuve à 37°, et de 5 à 10 minutes, dans le tube n° 3, mis à l'étuve à 54°. La rapidité plus grande de coagulation entraîne des modifications morphologiques des caillots; la sédimentation des hématies se fait moins complètement, de sorte que le caillot plasmatique, notable dans le tube 1, est petit dans le tube 2 et insignifiant dans le tube 3.

Le *chlorure de calcium* accélère notablement la coagulation, si l'on ajoute de petites doses au sang (5 gouttes d'une solution aqueuse à 1 pour 100 dans 3$^{cm^3}$ de sang). La coagulation, demeurée anormale en sa forme, s'accomplit de la 20me à la 35me minute.

Par contre, à hautes doses (5 gouttes d'une solution aqueuse à 5 pour 100 dans 3^{cm^3} de sang), le chlorure de calcium la retarde notablement, de 2 heures. La rétraction du caillot et l'exsudation de sérum restent normales.

Le *sérum de notre hémophilique* (à raison de 5 gouttes dans 3^{cm^3} de sang), n'a pas modifié la coagulation du sang, pris dans les veines de deux individus sains, ni dans sa forme, ni dans sa durée.

Par contre, le *sérum normal* de ces deux mêmes individus (à la dose de 5 gouttes par 3^{cm^3} de sang) a modifié complètement la coagulation du sang hémophilique, et l'a rendue normale de tout point. Elle se produit en 5 minutes, si rapidement que les hématies n'ont pas le temps de se séparer du plasma. Le caillot rouge se rétracte normalement, et même avec plus de rapidité.

Les *sérums animaux* (sérum de bœuf, de lapin) agissent très vite, comme le sérum humain sur le sang hémophile. Ils rendent la coagulation normale dans le temps et la forme; mais leur action est indéniablement moins puissante, quantitativement.

Le *liquide de la pleurésie séro-fibrineuse* possède la même action que les sérums.

Un point curieux à signaler, c'est que des doses excessives de sérum (10 gouttes dans 3^{cm^3} de sang), loin de favoriser et rendre normale la coagulation, la retardent de façon manifeste. Le ferment sérique paraît, suivant sa quantité, être susceptible d'exercer des actions de sens inverse.

De ces expériences nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

L'anomalie de coagulation, que présentent les hémophiles, ne tient pas à la présence de substances anticoagulantes dans leur sang. Elle est provoquée par l'absence ou l'altération de certaines substances normales, probablement du ferment coagulant, la thrombose. Il suffit d'en remettre des traces avec du sérum normal, pour rendre la coagulation normale. Le sérum humain peut être suppléé par un sérum animal. Il est vraisemblable qu'il y a chez les hémophiles non athrombasie, mais dystrombasie, puisque la coagulation finit par se faire spontanément *in vitro*, et que les sels de chaux la favorisent.

Les faits que nous apportons nous paraissent avoir une grande importance au point de vue de la pathogénie et de la thérapeutique des états hémophiliques.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les preuves directes de l'existence du contre-alizé.* Note de MM. **Lawrence Rotch** et **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. E. Mascart.

L'étude de la région des alizés par des sondages aériens a été proposée pour la première fois par M. Rotch, en 1901, à la suite d'expériences faites dans les environs de Boston et dans une traversée de l'Atlantique.

Comme tous les météorologistes en ont compris l'importance, elle a donné lieu à des recherches de la part de M. Fassig, aux îles Bahama en 1902, et de la part de M. Hergesell, grâce au concours de S. A. S. le Prince de Monaco.

Les expériences faites sur la *Princesse-Alice* ont conduit à ces conclusions, présentées par M. Hergesell à l'Académie des Sciences le 30 janvier 1905 (1), que le contre-alizé admis jusqu'ici ne se retrouve pas dans cette portion de l'Atlantique, mais que le retour de l'air se fait par une zone de vent de Nord-Ouest désignée par l'auteur sous le nom de *couche de contre-alizé*. « Un courant du Sud-Ouest qui correspondrait au contre-alizé théorique n'a jamais été trouvé par les cerfs-volants, bien qu'ils aient plusieurs fois dépassé la hauteur du Pic de Ténériffe. Plusieurs constatations m'amènent à penser que ces vents de Sud-Ouest observés au Pic par plusieurs observateurs sont d'origine locale et dus à l'influence de l'île.... Dans les régions que nous avons explorées, l'air du contre-alizé affluait donc surtout du Nord-Ouest.... »

Il nous a paru que ces conclusions, qui infirment l'existence du contre-alizé, appelaient d'autres recherches et nous avons décidé, d'un commun accord, de faire procéder à ces travaux par deux de nos assistants, M. Clayton, météorologiste à l'Observatoire de Blue Bill, et M. Maurice, météorologiste à l'Observatoire de Météorologie dynamique. On a employé un petit vapeur de pêche sur lequel a été installé le treuil électrique qui avait déjà servi à M. Teisserenc de Bort pour des lancers de cerfs-volants en mer.

Afin d'être sûrs d'arriver jusqu'au contre-alizé, nous avons muni le bateau d'un certain nombre de ballons-pilotes, destinés à être visés d'après les méthodes employées à Trappes depuis 1897.

En effet, l'étude des hautes pressions, à l'Observatoire de Trappes, a permis de constater que, la plupart du temps, il existe une zone de vent faible à une certaine hauteur au-dessus du sol, zone que les cerfs-volants ne peuvent franchir d'ordinaire. En mer, on a, il est vrai, la ressource de produire un vent relatif en imprimant au navire une vitesse en sens opposé à celle du vent. Mais, lorsqu'il y a une opposition un peu considérable entre la direction des vents inférieurs et supérieurs, comme on pouvait présumer que c'est le cas pour l'alizé et le contre-alizé, le cerf-volant de tête de la ligne ne peut être maintenu que par un déplacement qui a pour effet de faire tomber les autres cerfs-volants; en sorte que, pratiquement, l'ascension peut être arrêtée en hauteur justement au moment où se produit le changement de régime que l'on voudrait étudier.

L'emploi des ballons-sondes permet de lever tous les doutes que feraient

(1) Voir aussi la Communication de M. Hergesell, en septembre 1904, à la Conférence internationale d'aérostation à Saint-Pétersbourg.

naître les sondages exclusivement faits avec des cerfs-volants, les deux méthodes se complétant fort heureusement.

La trajectoire des ballons pilotes lancés en juillet et août de cette année a pu être déterminée exactement par triangulation par les deux observateurs aux Açores, Madère, Ténériffe et îles du Cap-Vert. En outre, un ballon a été lancé en mer et a été suivi du navire, quoique avec une rigueur moins grande. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus :

Punta-Delgada...	22 août,	NE	jusqu'à	800^{m}	NW au-dessus (4200).
Madère.........	16 août,	NE	»	1600	NW alternant avec SW jusqu'à 11500, WSW au-dessus.
	17 août,	NE	»	2900	NW avec alternance, NE jusqu'à 11500, WSW au-dessus.
		Région des vrais alizés.			
Ténériffe.......	7 juill.,	NE	»	400	NW jusqu'à 3500, WSW au-dessus (7500).
	9 juill.,	NE	»	300	NW jusqu'à 4000, SSE à SE au-dessus (5700).
	10 juill.,	NE	»	3000	SW et NW jusqu'à 5200, S et SE au-dessus (11000).
	10 août,	NE	»	3100	ESE et S jusqu'à 5300, SSW au-dessus (5880).
	11 août,	NNE	»	2300	S et SSW au-dessus (3980)
En mer près l'île Palma........	13 août,	NE	»	2600	NW jusqu'à 3400, WSW 3400-4200, SW au-dessus (6500).
Saint-Vincent Cap-Vert......	17 juill.,	NE	»	3400	variable jusqu'à 5100, SSE à SE au-dessus (10900).
	18 juill.,	NE	»	1300	ESE au-dessus (2350).
	29 juill.,	NE	»	600	variable et NW jusqu'à 1900, SW et SSW jusqu'à 7500, ESE et NE (11700), S fort au-dessus (13600).
Cerfs-volants.... 11 N, 30 W...	24 juill.,	NE	»	2500	vents d'E forts entraînant les Alto-cumulus.

Les nombres entre parenthèses indiquent la hauteur maxima jusqu'à laquelle on a pu viser les ballons.

Comme on le voit dans la portion de l'Atlantique étudiée :

1° Les vents qui vont vers l'équateur sont de NE à E dans les régions basses, et généralement de NW à NE au-dessus d'un millier de mètres.

2° Au nord de Madère et vers les Açores les vents supérieurs, comme on le savait déjà par les observations des nuages, sont surtout d'W et de NW, cette région étant ordinairement au Nord du maximum barométrique océanien, et en dehors de la zone des alizés.

3° Les courants de retour de l'équateur ou contre-alizés se traduisent par des vents à composante S, généralement SW à la latitude des Canaries, SE vers le Cap-Vert accusant ainsi l'effet de la rotation terrestre.

Le contre-alizé, tel qu'il avait été admis par les météorologistes, existe donc réellement (1).

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 octobre 1905.

L'évolution de la matière, par le Dr Gustave Le Bon, avec 62 figures photographiées dans le laboratoire de l'auteur. Paris, Ernest Flammarion, 1905; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Poincaré. Hommage de l'auteur.)

Decomposition of water by radium, by W. Ramsay. (*Meddelanden från K. Vetenskapsakademiens Nobel Institut;* Bd. I, n° 1.) Upsal et Stockholm, 1905; 1 fasc. in-8°.

Radium, radioactive substances and aluminium, with experimental research of the same, by Myron Metzenbaum; third edition. Cleveland, O., 1905; 1 fasc. in-8°.

Études sur le saprophytisme des bacilles tuberculogènes et sur la vaccination antituberculeuse, par J. Ferran. Barcelone, 1905; 1 fasc. in-8°.

Peter Artedi, a bicentenary memoir written on behalf of the swedish Royal Academy of Science, by Einar Lönnberg, translated by W.-E. Harlock. Upsal et Stockholm, 1905; 1 fasc. in-8°.

Observations météorologiques, années 1901-1902. Institut botanique de l'État de Buitenzorg. 2 fasc. in-f°.

Bulletin of the Bureau of Standards; vol. I, n° 1. Washington, Government printing Office, 1904; 1 fasc. in-8°.

---

(1) Il faut remarquer du reste que le contre-alizé est indiqué aussi par les observations des nuages supérieurs à La Havane, et aux Antilles proprement dites.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la dessiccation absolue des matières vegétales.* Note de M. L. MAQUENNE.

Tous les analystes savent qu'il est fort difficile d'amener une matière végétale à l'état de dessiccation absolue, même par un séjour prolongé à l'étuve. Dans ce cas le départ de l'eau hygrométrique est d'ailleurs souvent accompagné de phénomènes chimiques complexes, dont il est impossible d'apprécier l'importance et qui tous concourent, dans un sens ou dans l'autre, à faire varier le poids de la matière.

Il est vrai que, sous un haut vide et en présence de baryte anhydre, la dessiccation s'effectue vers 40° sans qu'on ait à craindre aucune altération d'ordre chimique (1), mais elle est alors extrêmement lente et exige, pour les grains de céréales, environ un mois pour devenir complète.

Ces faits témoignent d'une avidité considérable de ces substances pour l'eau; on sait du reste que la fécule desséchée à 120° dans un courant d'hydrogène augmente de poids, par fixation d'eau, lorsqu'on la conserve dans un dessiccateur à chlorure de calcium (2).

Dans un important Mémoire, relatif à la dessiccation des plantes, M. Berthelot a récemment défini tous ces phénomènes, en montrant qu'il existe, entre une matière végétale et l'atmosphère, un état d'équilibre qui est fonction de l'état hygrométrique de l'air et qui permet à la substance

---

(1) MAQUENNE, *Comptes rendus*, t. CXXXV, p. 208.

(2) SALOMON, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 6e série, t. IV, p. 145.

sèche de récupérer rapidement, lorsqu'on l'abandonne à elle-même, l'eau qu'on lui avait fait perdre par la chaleur ou le vide ([1]).

J'ai reconnu de mon côté que cet équilibre est d'ordre absolument général et qu'il subsiste encore, entre l'atmosphère et les corps amylacés, aux plus hautes températures que ceux-ci puissent supporter pendant quelques heures sans subir de décomposition apparente. Il se manifeste, comme celui qui s'établit à froid, par une fixité à peu près absolue du poids de la matière, d'où ce préjugé fâcheux, quoique très répandu, qu'un corps est sec quand il ne perd plus rien à l'étuve, la température restant fixe.

En fait, une substance végétale qui a été maintenue à 110° ou 120° dans l'air ordinaire, jusqu'à poids constant, renferme encore une certaine dose d'humidité, variable avec la température et l'état hygrométrique de l'air, qui ne s'en échappe que si l'on annule la tension de la vapeur d'eau dans le milieu ambiant. On y réussit sans peine en effectuant l'opération dans le vide ou, ce qui est plus simple, dans l'air sec : la matière est alors placée dans des tubes, maintenus par un thermostat à température constante et dans lesquels on envoie un courant d'air sec, à raison de 1^l à l'heure environ.

Les pesées doivent naturellement être faites dans un pèse-filtres bouché à l'émeri; en aucun cas une farine sèche ne doit rester plus de quelques secondes au contact de l'air libre, sous peine de la voir reprendre de l'eau, conformément au principe de réversibilité sur lequel M. Berthelot a si justement appelé l'attention.

Avec un semblable dispositif il est facile de reconnaître qu'une matière végétale, préalablement desséchée à 100° ou 120°, augmente notablement de poids quand on substitue un courant d'air ordinaire au courant d'air sec, sans changer la température. La différence devient plus grande et peut atteindre 1 pour 100 lorsqu'on transporte le produit sec dans une étuve réglée à 110°, ce qui suppose une température intérieure voisine de 102°; il suffit d'ailleurs de remettre les nacelles dans l'air sec à 120° pour les voir reprendre exactement leur poids initial.

Les Tableaux suivants, qui résument nos observations dans le cas particulier de quelques produits pulvérulents, tels que la farine ou l'amidon, donnent une idée de l'erreur qu'on commet en desséchant ces substances dans une étuve remplie d'air commun, ainsi qu'il arrive d'ordinaire.

([1]) Berthelot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, p. 506.

I. *Dessiccation de divers amidons dans l'air sec* (*eau pour* 100).

		Fécule.	Blé.	Maïs.	Riz.	Pois.	Manioc.
100°	1 heure......	18,02	15,48	15,00	14,72	16,40	16,00
	2 heures.....	18,14	15,56	15,04	14,80	16,42	16,10
120°	1 heure.....	18,26	15,64	15,16	15,00	16,52	16,14
	2 heures.....	18,26	15,64	15,16	15,00	16,52	16,14

II. *Dessiccation de diverses farines dans l'air sec* (*eau pour* 100).

		Blé.	Orge.	Lentilles.	Lupin.	Manioc.
100°	1 heure...........	15,62	14,92	14,32	13,92	17,38
120°	1 heure............	15,86	15,20	14,52	14,32	17,60
	2 heures...........	16,00	15,32	14,62	14,42	17,64

III. *Eau reprise en* 30 *minutes pour* 100 *d'amidon sec, dans l'air ordinaire à* 120°.

Fécule.	Riz.	Pois.	Amylose pure.
0,39	0,51	0,43	0,34

IV. *Eau reprise en* 1 *heure pour* 100 *de farine sèche, dans l'air ordinaire à* 120°.

Blé.	Orge.	Lentilles.	Lupin.	Manioc.
0,44	0,26	0,37	0,23	0,39

V. *Eau reprise en* 1 *heure pour* 100 *de farine de blé sèche, dans l'air ordinaire à différentes températures.*

120°.	110°.	100°.
0,44	0,59	0,94

VI. *Dessiccation comparée de la fécule dans l'air sec à* 120° *et dans l'étuve à* 110° (*eau pour* 100).

1 heure à 110° (étuve)......	17,84	1 heure à 100° (air sec)......	18,76
2 heures à 110 »	17,84	1 heure à 120 »	18,88
1 heure à 120 (air sec).....	18,84	1 heure à 110 (étuve).......	17,92

Eau perdue dans l'air sec par la matière séchée à l'étuve........ 1,00
Eau gagnée à l'étuve par la matière séchée dans l'air sec........ 0,96

VII. *Dessiccation comparée de la farine de blé dans l'air sec à* 120° *et dans l'étuve à* 110° (*eau pour* 100).

1 heure à 110° (étuve)......	13,98	1 heure à 100° (air sec)......	15,10
5 heures à 110 »	14,08	1 heure à 120 »	15,26
1 heure à 120 (air sec).....	15,06	1 heure à 110 (étuve).......	14,10

Eau perdue dans l'air sec par la matière séchée à l'étuve........ 0,98
Eau gagnée à l'étuve par la matière séchée dans l'air sec........ 1,16

Ces résultats montrent que les matières amylacées, et en particulier l'amidon pur, se laissent très facilement et rapidement dessécher dans l'air sec; dans ces conditions, la perte d'eau est plus grande qu'à l'étuve, ce qui nous permet d'expliquer pourquoi les graines diminuent davantage de poids dans le vide à 40° que dans l'air à 110° (1). Ils nous conduisent enfin à formuler les conclusions suivantes, qui présentent une réelle importance dans l'étude des produits alimentaires :

1° La constance de poids d'une matière végétale (et probablement aussi de beaucoup de composés minéraux ou organiques), après quelque temps de séjour à l'étuve, dans l'air commun, ne peut être, à aucune température, considérée comme un criterium de dessiccation parfaite;

2° L'emploi de l'étuve ordinaire doit être absolument proscrit dans l'analyse rigoureuse des corps très hygrométriques, tels que l'amidon, les farines ou les graines entières;

3° La dessiccation absolue de ces substances ne peut être réalisée, même à haute température, que dans un milieu dépouillé de vapeur d'eau; elle paraît être complète après 1 heure de chauffe à 120° et 2 heures de chauffe à 100°, dans un courant d'air sec.

Dans ces circonstances, la matière reste inaltérée, et la teneur en eau est trouvée supérieure de 1 pour 100 environ à celle qu'auraient donnée, en un temps beaucoup plus long, les méthodes ordinaires.

GÉODÉSIE. — *Présentation du XIIe volume du « Mémorial du Dépôt général de la Guerre »*; par M. **Bouquet de la Grye**.

Le Service géographique de l'Armée m'a chargé de déposer sur le Bureau de l'Académie le XIIe volume des mesures de la nouvelle méridienne de France comprenant le détail des bases de Paris, de Perpignan et de Cassel.

La base de Paris (Juvisy), substituée à celle de Melun, mesurée deux fois à l'aide de l'appareil bimétallique de Brunner, n'a donné dans ces deux mesures de 7227^{m} qu'une différence de 9^{mm}. En reliant cette nouvelle base à celle de Melun donnée par Delambre on ne trouve qu'une différence de 5^{mm}.

(1) Maquenne, *loc. cit.*

En calculant la longueur de la base de Perpignan (11706^m) en partant de celle de Paris on trouve une différence de $+0^m,34$ sur celle mesurée directement par Delambre; mais en mesurant à nouveau cette base à l'appareil Brunner on trouve une différence de $+0^m,29$. Les bases de Paris et de Perpignan s'accordent donc à $\frac{0,045}{11706}$ ou $\frac{1}{260150}$, approximation remarquable.

La base de Cassel mesurée directement a été trouvée de 7392,293. En partant de celle de Juvisy on trouve 7392,419, différence $+0,126$, soit une approximation de $\frac{1}{58670}$, supérieure à la première par suite de la nécessité de prendre un clocher comme terme de la base et aussi des clochers comme points de rattachement.

Dans tous les cas ces résultats sont remarquables et font grand honneur au Service géographique de l'Armée.

M. **Emile Picard** fait hommage à l'Académie du Tome II de la *Correspondance d'Hermite et de Stieltjes,* publiée par les soins de B. Baillaud et H. Bourget, Ouvrage pour lequel il a écrit une Préface.

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie de deux Volumes et d'un fascicule des *Annales du Bureau central météorologique,* qu'il publie en qualité de Directeur du Bureau.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Tables et Cartes d'occultations,* par M. Charles Trépied. (Présenté par M. Lœwy.)

2° *Études sur les sources. Hydraulique des nappes aquifères et des sources et applications pratiques,* par M. Léon Pochet. (Présenté par M. Maurice Levy.)

ASTRONOMIE. — *Note préliminaire sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 30 août 1905, observée à Guelma*, par MM. **Bourget** et **Montangerand.**

Le Bureau des Longitudes nous a fait l'honneur de nous confier la mission d'aller observer en Algérie l'éclipse du 30 août dernier. M. Jouane, préparateur de physique à la Faculté des Sciences de Toulouse, a bien voulu se joindre à nous, et ses services nous ont été d'un grand secours.

Le lieu choisi a été la ville de Guelma. Nous nous sommes installés dans la cour du magasin communal, au voisinage immédiat des missions d'Alger et de Marseille. Les coordonnées de notre station, obligeamment communiquées par M. Trépied, sont :

Longitude Est : $0^h 20^m 23^s,5$; Latitude : $36° 27' 54''$.

Les instruments mis à notre disposition par le Bureau des Longitudes étaient :

1° Un pied équatorial ayant servi au passage de Vénus de 1882 sur lequel M. Bourget avait monté :

Une lunette de Henry de $0^m,16$ d'ouverture et d'environ $0^m,90$ de distance focale, à laquelle M. Gautier avait adapté un changement rapide de mise au point et un magasin-revolver pouvant contenir 25 plaques $6^{cm},5 \times 9^c$;

Un objectif *astroplanar* de Zeiss de luminosité $\frac{1}{4}$ et de $0^m,42$ de distance focale.

2° Un pied équatorial, emprunté au Dépôt de la Marine, à Toulon, sur lequel M. Montangerand avait monté :

Une lunette photographique de $0^m,14$ d'ouverture et d'environ $2^m,80$ de distance focale, à laquelle M. Gautier avait adapté un appareil à coulisses avec mise au point et châssis pour plaques $16^c \times 16^c$, un magasin à escamotage pouvant contenir 12 plaques 9×12 et un obturateur rapide;

Une lunette visuelle de $0^m,11$ d'ouverture et d'envirou $1^m,65$ de distance focale, munie d'un réticule placé par M. Gautier et d'un écran pour la projection du Soleil.

Ces deux lunettes ont été agencées sur leur pied et les travaux de mise en état exécutés par M. Carrère, mécanicien de l'Observatoire de Toulouse, avec son habileté coutumière.

Tous nos objectifs, sauf celui de $0^m,14$ confié par le Bureau des Longitudes, nous ont été, ainsi que les chronomètres employés, aimablement prêtés par M. Baillaud.

Voici, rapidement résumés, les résultats obtenus :

1° Avec la lunette des Henry, M. Bourget a obtenu 15 plaques (marque Lumière) pendant la totalité, dans les conditions suivantes :

a. 5 plaques de marques Σ, bleue, jaune, rouge et panchromatique avec les durées de poses respectives $\frac{1}{10}$, 1, 6, 15 et 1 secondes;

b. 3 plaques à travers des écrans rouges (8^s, 15^s, 20^s);

c. 2 plaques à travers des écrans jaunes (15^s, 7^s);

d. 2 plaques à travers des écrans verts (8^s, 20^s);

e. 3 plaques à travers des écrans violets (7^s, 5^s, 1^s).

Ces plaques, développées toutes dans les mêmes conditions, sont bonnes et montrent des images excellentes de la couronne et des protubérances. Elles doivent être étudiées photométriquement et serviront à apprécier l'intensité de la couronne dans les différentes régions du spectre. Les résultats obtenus, ainsi que la transparence précise des écrans colorés employés, feront l'objet de communications ultérieures. Ils confirment, dès à présent, la relation prévue entre la forme de la couronne et la période d'activité solaire.

La dernière plaque présente une apparence analogue à celle décrite par M. Trépied. L'arc solaire qui s'y trouve photographié est entouré d'un anneau elliptique.

A l'astroplanar, M. Bourget a obtenu une plaque 16 × 16 exposée pendant toute la durée de la totalité, également bonne.

2° Avec la lunette de $0^m,14$, M. Montangerand a obtenu 7 plaques dans les conditions suivantes :

a. 1 plaque portant 15 images instantanées du Soleil, se succédant à 50 secondes environ d'intervalle à partir du premier contact;

b. 3 plaques portant en tout 42 images instantanées du croissant solaire se succédant à 1 minute environ d'intervalle;

c. 1 plaque, posée une demi-seconde, au moment du deuxième contact;

d. 1 plaque portant 16 images instantanées du croissant solaire, après le troisième contact;

e. 1 plaque portant 15 images instantanées, avant le quatrième contact.

Toutes ces plaques avaient été préparées par la maison Lumière, avec des précautions spéciales pour assurer l'homogénéité de l'émulsion (marque rouge) et l'uniformité de l'étendage. Développées en deux groupes, *a*, *b* et *c*, *d*, *e* dans des conditions absolument identiques, elles donnent de bonnes images du Soleil.

Les plaques *a* et *e* donneront, par la mesure de la corde commune, la détermination photographique des moments du premier et du quatrième contacts, les instants des 30 images prises ayant été relevés au chronomètre. La comparaison de ces moments avec ceux observés visuellement par les autres missions de Guelma sera publiée ultérieurement.

Les plaques *a*, *b*, *d*, *e* serviront à la photométrie et à l'étude de la surface du disque solaire et seront examinées à ce point de vue avec un appareil approprié.

M. Montangerand avait préparé, au magasin à escamotage, douze plaques d'émul-

sions diverses pour la photographie de la couronne et l'étude photométrique de son intensité, mais un accident d'obturateur survenu au moment de la totalité a empêché l'exécution de cette partie du programme. Pourtant, la plaque *c*, prise au début de la phase totale, donne de la couronne et de quelques protubérances une apparence intéressante.

L'observation a été favorisée par un temps splendide. La couronne vue à l'œil nu a paru bien plus brillante qu'en 1900 à Elche. On a très bien vu les bandes ondulantes signalées si souvent déjà et dont l'explication doit, selon toute vraisemblance, être cherchée dans les idées d'Exner sur la scintillation.

La durée observée pour la totalité a été de $3^m 34^s$.

Pendant l'éclipse la température a baissé de $3°,2$.

Nous tenons à remercier ici tous ceux qui ont contribué à faciliter à Guelma l'exécution de notre tâche : M. Trépied dont l'extrême obligeance nous a permis de trouver l'emplacement excellent où nous étions, la municipalité de Guelma qui a tout fait pour que rien ne nous manquât dans cet emplacement qu'elle a mis gracieusement à notre disposition, M. Rambaud, de la Mission d'Alger, qui nous a complaisamment fourni les corrections de nos chronomètres, M. Janis, professeur au Lycée de Constantine, qui s'est chargé de compter le temps et enfin M. Bachotet, directeur de l'École de Guelma, qui a bien voulu nous procurer, comme assistants, deux de ses élèves, MM. Perrette et Cilia.

ASTRONOMIE. — *Observations sur l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905.* Note de M. **J. Comas Solá**, présentée par M. Lœwy.

Je suis allé observer l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905 à Vinaroz, envoyé par l'Observatoire Fabra de Barcelone. Le temps a favorisé les observations dans une certaine mesure, puisque, sur les 216 secondes de la totalité, un nuage a seulement caché le phénomène pendant une minute à peu près. Je me borne ici à rendre compte du résultat des observations.

J'ai pu faire trois photographies de la couronne avec un objectif Grubb de 6 pouces anglais, monté sur pied équatorial; les poses ont varié de 8 à 12 secondes. Dans ces photographies on voit des filaments vers l'ouest du Soleil qui atteignent jusqu'à trois fois le diamètre du Soleil. Il y a des filaments courbes et un pinceau de rayons au pôle Sud dont l'axe de symétrie coïncide avec l'axe du Soleil, ce qui rappelle l'aspect caractéristique de la couronne sur les pôles solaires pendant les époques de minimum d'activité. Les plus longs filaments sont équatoriaux et rectilignes. La plupart des protubérances sont très visibles dans les clichés (plaques antihalo *special rapid* Ilford).

A l'œil nu et au commencement de la totalité, on a vu plusieurs protubérances, notamment à l'Est, d'une couleur rouge très intense, semblable à celle de la région C du spectre. La couche coronale en contact avec la photosphère était très blanche, comme la lumière du magnésium. M. Salvador Raurich a fait un dessin de la couronne à l'œil nu. Dans ses lignes générales, ce dessin concorde avec les photographies, mais il y manque quelques rayons courbes et particulièrement le pinceau de rayons polaires signalés plus haut. Dans son ensemble, l'aspect visuel et photographique de la couronne a été bien d'accord avec l'aspect prévu par rapport à l'état de l'activité solaire.

On a pu observer surtout le premier contact intérieur par deux procédés : par l'observation directe de la disparition du dernier rayon de Soleil et par l'observation de l'inversion du spectre au moyen d'une jumelle qui portait un prisme de 60° devant un des objectifs. L'apparition du *flash* a précédé d'une demi-seconde l'appréciation du premier contact intérieur par vision directe, appréciation faite également au moyen d'une autre jumelle semblable. L'observation du renversement du spectre est due à M. A. Garcia. La couronne a été évidemment plus étendue et plus lumineuse qu'en 1900.

Avec un objectif de 11^{cm} et un grand prisme de flint de 60°, j'ai fait la photographie de plusieurs spectres chromosphériques, en me servant de la même monture parallactique que pour l'autre chambre. Dans ces photographies on remarque, en premier lieu, que le spectre de la chromosphère est peu riche en raies, moins qu'en 1900. D'autre part, la majorité des grandes protubérances a donné un spectre continu.

Les raies des protubérances ont été très diverses, selon leur origine. Dans le spectre des petites protubérances, il y a eu beaucoup moins de raies d'hydrogène que dans les grandes. Mais, parmi les petites protubérances, il y a eu également de grandes différences. Dans presque toutes, la raie H du calcium est invisible. Dans une autre petite protubérance apparaît bien la raie H du calcium, mais les raies de l'hydrogène $H\delta$ et $H\gamma$ sont invisibles. La raie F est aussi invisible dans quelques protubérances. Cinq minutes avant la totalité, on voit renversée, dans la photographie du spectre de la chromosphère, la raie $H\gamma$, mais les H et K ne sont renversées que presque au commencement de la totalité, ce qui a été confirmé par la pellicule que j'ai obtenue avec un cinématographe de M. Gaumont, dans lequel j'avais placé devant son objectif de Gœrz un prisme de M. Mailhat. On doit conseiller ce procédé spectro-cinématographique comme un puissant auxiliaire des autres observations spectroscopiques.

La luminosité générale de l'atmosphère pendant la totalité a été plus intense qu'en 1900, sans doute par suite de la grande intensité lumineuse de la couronne. Nous avons fait, enfin, grand nombre d'observations météorologiques, mais elles n'ont rien offert qui mérite d'être communiqué à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions ayant un nombre fini de branches*. Note de M. GEORGES RÉMOUNDOS, présentée par M. Jordan.

1. Appelons *algébroïde* toute fonction ayant un nombre fini de branches dans tout le plan.

Je suis arrivé à étendre à ces fonctions les propriétés fondamentales de la croissance des fonctions entières. Je me borne, pour fixer les idées, aux algébroïdes entières, c'est-à-dire finies à distance finie. J'ai obtenu les théorèmes suivants :

I. *Toutes les branches d'une fonction algébroïde* $a(z)$ *satisfont à l'inégalité*

$$\text{Max}\,|a(x)| < e^{r^{\rho+\varepsilon}} \qquad \text{pour} \qquad |z| = r, \tag{1}$$

ρ *désignant l'ordre de la fonction algébroïde.*

Nous appelons *ordre* d'une algébroïde donnée par l'équation

$$u^{\nu} + A_1(z)u^{\nu-1} + \ldots + A_{\nu-1}(z)u + A_{\nu}(z) = 0$$

le plus grand des ordres des coefficients $A_i(z)$ (voir *Bull. de la Société mathématique de France*, 1904, fasc. I : *Sur les zéros d'une classe de fonotions transcendantes*).

II. Pour une infinité de valeurs de r croissantes indéfiniment, une, au moins, des branches satisfait à l'inégalité

$$\text{Max}\,|a(z)| > e^{r^{\rho-\varepsilon}}. \tag{2}$$

D'une façon plus précise : *il y a des arcs de la circonférence de rayon* r (*pour une infinité de valeurs de* r) *dont les points satisfont à l'inégalité*

$$|a(z)| > e^{r^{\rho-\varepsilon}} \tag{3}$$

et dont l'étendue est supérieure à une puissance finie de r.

C'est une conséquence d'une propriété analogue des transcendantes entières démontrée dans ma Thèse [*Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes* (Gauthier-Villars) et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*].

III. Si nous appelons U_ε l'ensemble des points de la circonférence de

rayon r, pour lesquels une au moins des branches satisfait à l'inégalité (3), et par E_ε l'ensemble des points pour lesquels un au moins des coefficients $A_i(z)$ satisfait à l'inégalité

$$|A_i(z)| > e^{r^{\rho-\varepsilon}},$$

nous avons le théorème suivant :

Tout point de U_ε *appartient à* E_{ε_1} $(\varepsilon_1 > \varepsilon)$.

Tout point de E_ε *appartient à* U_{ε_2} $(\varepsilon_2 > \varepsilon)$.

IV. *Toutes les branches de l'algébroïde* $a(z)$ *satisfont à l'inégalité*

$$(4) \qquad |a(z)| > e^{-r^{\rho+\varepsilon}},$$

pour une infinité de valeurs de r croissant indéfiniment.

D'une façon plus précise :

Si l'on exclut du cercle de rayon r certains arcs, dont la longueur totale tend vers zéro avec $\frac{1}{r}$, *comme* e^{-r^α} (α *étant un nombre positif quelconque et inférieur à* ε), *tous les autres points satisfont à l'inégalité* (4) *et cela pour toutes les branches de* $a(z)$.

2. Les résultats bien connus de M. Borel sur la croissance de la dérivée s'étendent très aisément aux fonctions algébroïdes.

Pour les fonctions algébroïdes d'ordre infini nous établissons des théorèmes analogues aux précédents en nous appuyant sur les résultats de M. Borel précisés par M. A. Kraft [*voir* E. Borel, *Sur les zéros des fonctions entières* (*Acta mathematica*, t. XX) et A. Kraft, *Inaugural-dissertation* (*Göttingen*, 1903)].

Une conséquence immédiate des résultats précédents est l'extension aux fonctions algébroïdes du théorème fondamental de M. Borel, qui a servi de base dans nos travaux antérieurs. Nous obtenons donc le théorème suivant :

V. *Une identité telle que*

$$(5) \qquad a_1(z)\,e^{H_1(z)} + a_2(z)\,e^{H_2(z)} + \ldots + a_n(z)\,e^{H_n(z)} = 0$$

entraîne la nullité de tous les coefficients $a_i(z)$, *si les* $a_i(z)$ *désignent des algébroïdes croissant moins vite que* $e^{\mu(r)}$ *et les* $H_i(z)$ [1] *des algébroïdes croissant plus vite que* $[\mu(r)]^{1+\alpha}$, α *étant un nombre positif quelconque.*

---

[1] D'une façon plus précise, les différences $H_i(z) - H_k(z)$ $[i \neq k]$.

Quand je dis qu'une algébroïde croît plus vite ou moins vite qu'une certaine fonction croissante, j'entends par là qu'il en est ainsi du plus grand des modules maximums de ses diverses branches.

3. Cela posé, considérons une algébroïde $\mathfrak{a}(z)$ et un nombre a exceptionnel au sens ordinaire du mot; alors la fonction $\mathfrak{a}(z)-a$ n'admet qu'un nombre fini de zéros. S'il en est de même des infinis de $\mathfrak{a}(z)$, il y aura une fonction algébrique $q(z)$ telle que l'on ait

$$\mathfrak{a}(z)-a=q(z)e^{H(z)},$$

$H(z)$ étant une fonction toujours finie à distance finie.

Je démontre que, en général, la fonction $H(z)$ a un *nombre infini* de branches. S'il n'en est pas ainsi, le nombre a doit être considéré comme *exceptionnel* parmi les nombres exceptionnels usuels, grâce au théorème suivant :

Théorème. — *Il n'y a pas deux nombres a_1 et a_2 tels que l'on ait*

$$\mathfrak{a}(z)-a_1=q_1(z)e^{H_1(z)}, \qquad \mathfrak{a}(z)-a_2=q_2(z)e^{H_2(z)},$$

$q_1(z)$ et $q_2(z)$ désignant des fonctions algébriques et $H_1(z)$, $H_2(z)$ des algébroïdes finies à distance finie (1).

Ce cas d'exception est donc *unique*, comme pour les transcendantes entières ou méromorphes, et le nombre correspondant sera appelé *doublement exceptionnel* (2). Nous voyons que le nombre des branches de l'algébroïde ne joue aucun rôle dans la limitation de ces nombres. Notre dernier théorème peut prendre la forme :

Il est impossible d'avoir deux nombres finis doublement exceptionnels, quelle que soit la transcendante algébroïde considérée.

Je me propose de faire connaître prochainement une application à la théorie des équations différentielles du premier ordre.

---

(1) Ce théorème est une conséquence d'un cas particulier du théorème V.

(2) Par contre, le nombre des valeurs simplement exceptionnelles dépend du nombre des branches ν et peut atteindre 2ν. Voir : *Bulletin de la Société mathématique de France*, 1904, fasc. I, et mes Communications à l'Académie (20 avril 1903, 20 juin 1904).

ÉLASTICITÉ. — *Sur le calcul d'une arche en maçonnerie.* Note de M. **Auric**, présentée par M. Maurice Lévy.

En cherchant à appliquer la méthode indiquée par M. Résal au calcul d'une voûte en maçonnerie, j'ai reconnu que dans un cas particulier la solution pouvait être obtenue entièrement au moyen de calculs algébriques relativement peu compliqués : c'est le cas où la fibre moyenne affecte la forme d'un arc de cycloïde et où l'épaisseur e de la voûte est donnée par la formule

$$e = b\sqrt{1 + \frac{S^2}{c^2}},$$

b, c étant des coefficients numériques et s la longueur de l'arc de la fibre moyenne comptée à partir de la clef.

Si

$$y = \frac{s^2}{8a}$$

est l'équation de la cycloïde, auquel cas la courbe peut être construite par points au moyen d'une variable auxiliaire u,

$$y = a(1 - \cos u),$$
$$x = a(u - \sin u),$$

on trouve facilement en appelant σ la valeur de $\frac{S}{c}$ aux retombées

$$\int_0^S \frac{ds}{e} = \frac{c}{b} \mathrm{L}(\sigma + \sqrt{1+\sigma^2}),$$

$$\int_0^S \frac{ds}{e^3} = \frac{c}{b^3} \frac{\sigma}{\sqrt{1+\sigma^2}},$$

$$\int_0^S \frac{y\,ds}{e^3} = \frac{c^3}{8ab^3}\left[\mathrm{L}(\sigma + \sqrt{1+\sigma^2}) - \frac{\sigma}{\sqrt{1+\sigma^2}}\right],$$

$$\int_0^S \frac{y^2\,ds}{e^3} = \frac{c^5}{64a^2b^3}\left[\frac{\sigma(3+\sigma^2)}{2\sqrt{1+\sigma^2}} - \frac{3}{2}\mathrm{L}(\sigma + \sqrt{1+\sigma^2})\right].$$

En ce qui concerne le moment fléchissant X des charges dues, soit aux charges permanentes, soit aux charges accidentelles, on pourra, en général, les regarder comme symétriques par rapport à la clef ou les remplacer par une courbe enveloppe remplissant cette condition.

Il sera dès lors possible, en général, de déterminer deux paramètres α, β, tels que l'on ait

$$x \leqq \alpha' + \beta' S^2 \leqq \alpha + \beta y.$$

Un calcul facile donne ensuite les expressions de la poussée Q et de son ordonnée z sur la retombée de la fibre moyenne

$$Q = \beta \frac{\sigma^2 - 2\overline{\mathcal{L}}^2 + \mathcal{L}\dfrac{\sigma}{\sqrt{1+\sigma^2}}}{\sigma^2 - 2\overline{\mathcal{L}}^2 + \mathcal{L}\dfrac{\sigma}{\sqrt{1+\sigma^2}}\left(1 + \dfrac{32a^2b^2}{3c^4}\right)},$$

$$Qz = -\left[\alpha + \frac{4\beta ab^2}{3c^2}\,\frac{\overline{\mathcal{L}}^2 - \mathcal{L}\dfrac{\sigma}{\sqrt{1+\sigma^2}}}{\sigma^2 - 2\overline{\mathcal{L}}^2 + \mathcal{L}\dfrac{\sigma}{\sqrt{1+\sigma^2}}\left(1 + \dfrac{32a^2b^2}{3c^4}\right)}\right]$$

avec

$$\mathcal{L} = L(\sigma + \sqrt{1+\sigma^2}).$$

Une fois Q et z déterminés, le tracé de la courbe des pressions se poursuit sans aucune difficulté.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un phénomène de refroidissement observé dans les fils d'argent plongés dans l'eau et parcourus par des courants électriques.* Note de M. E. **Rogovsky**, présentée par M. Lippmann.

Au cours de recherches sur la conductibilité extérieure des fils d'argent plongés dans l'eau, décrites dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1391), j'ai observé le fait remarquable que la résistance des fils plongés dans l'eau diminue d'abord quand le courant électrique qui passe à travers ces fils s'agrandit, pour augmenter ensuite; par conséquent la température du fil entre des limites déterminées de l'intensité du courant s'abaisse au lieu de s'élever. Voici quelques exemples :

Fil n° 1 ($d = 0^{mm},868$). Température de l'eau : 15°,9.		Fil n° 2 ($d = 0^{mm},420$). Température de l'eau : 15°,9.		Fil n° 3 ($d = 0^{mm},415$). Température de l'eau : 17°,5.	
Intensité du courant.	Résistance en ohms int.	Intensité du courant.	Résistance en ohms int.	Intensité du courant.	Résistance en ohms int.
amp 0,513	0,01154	amp 0,513	0,01747	amp 0,8134	0,02362
2,654	0,01151	2,654	0,01741	1,4272	0,02354
5,155	0,01153	5,155	0,01746	2,5833	0,02345
				4,2605	0,02362
				8,5197	0,02368

La vitesse du courant d'eau dans lequel étaient plongés les fils nos 1 et n° 2 fut 37,1, et, pour le fil n° 3, $57^{cm},1$ par seconde; d est le diamètre.

Le coefficient thermique des fils d'argent non chimiquement pur n° 1 et n° 2 étant égal à 0,00267, et du fil d'argent pur n° 3 0,00356, la variation de résistance égale à 0,00001 ohm correspond à une variation de température égale à $0°,3$ pour le fil n° 1, $0°,25$ pour le fil n° 2, et $0°,15$ pour le fil n° 3.

Cette variation de résistance, qui semble singulière, s'explique simplement par ce que la température des fils dépend non seulement de la quantité de chaleur développée dans les derniers par le courant, mais aussi de celle perdue par sa surface latérale, c'est-à-dire de la conductibilité extérieure des fils dans l'eau. La vitesse des courants d'eau, dans lesquels étaient plongés les fils, surpassant la *vitesse critique* de M. Osborne Reynolds, la couche stagnante de dimensions appréciables ne pouvait pas se former, étant enlevée par le courant d'eau tourbillonnaire; mais il est possible qu'un fil qui n'est pas traversé par le courant électrique ou est traversé par des courants très faibles soit entouré par une couche d'eau très mince (moléculaire) adhérente à l'argent et glissant le long du fil, selon les expériences de MM. Helmholtz et Piotrowski (Helmholtz, *Wissenschaftl. Abhandl.*, t. I, p. 172-222).

En désignant par k la conductibilité calorifique intérieure de l'eau, par ε l'épaisseur de la couche d'eau moléculaire adhérente au fil, par t_0 la température de la surface extérieure de cette couche qui est la même que la température de l'eau ambiante, par t' la température de la surface intérieure de cette couche immédiatement adjacente au fil et par q la quantité de chaleur passant par l'unité de surface, nous avons

$$q = k\frac{t' - t_0}{\varepsilon}.$$

L'état stationnaire étant établi, la quantité de chaleur q, traversant la couche d'eau indiquée ci-dessus, est égale à celle développée par le courant dans une partie correspondante du fil. Si l'épaisseur ε de la couche adhérente diminue par l'arrachement des molécules quand q augmente, c'est-à-dire quand le courant électrique croît, t' augmente ou diminue selon la rapidité de la diminution de ε, comme on le voit sur la formule précédente. Dans le cas donné t' diminue et, avec elle, la température t du fil diminue aussi jusqu'à ce que, le courant électrique augmentant, l'épaisseur ε devienne égale à zéro et la température t' égale à la température t_0 de l'eau extérieure. Le plus vraisemblable est que cela se produit lorsque la différence entre la température du fil et celle de l'eau ambiante devient égale à 4°.

A cause de l'échauffement produit par des courants très faibles, avant que la chaleur dégagée par eux devienne suffisante pour arracher la couche d'eau adhérente, la résistance des fils plongés dans les liquides, déterminée à de faibles courants, correspond à une température supérieure à

celle des liquides; par conséquent, *pour obtenir les valeurs exactes de la résistance des fils dans un liquide à la température de ce liquide, il faut les extrapoler d'une série d'observations faites à diverses intensités du courant électrique.*

ÉLECTRICITÉ. — *Paratonnerre à cornes dentelées.* Note de M. G.-M. STANOÏÉVITCH, présentée par M. Janssen.

Pour protéger les lignes et réseaux électriques plus ou moins étendus contre les décharges d'électricité atmosphérique, on emploie des paratonnerres dits *à cornes*. Sans entrer dans les détails de leur construction et de leur fonctionnement, nous rappellerons qu'on règle la distance entre les branches ou cornes du paratonnerre d'après la différence de potentiel de la ligne ou des réseaux à protéger. Dans le cas où ces différences de potentiel ne sont pas très grandes, la distance des branches dans leurs parties les plus rapprochées n'est pas grande non plus et il arrive que les gouttes de pluie ou autres corps étrangers, passant entre les deux branches dans la partie la plus rapprochée, établissent une communication entre elles et, par conséquent, un court-circuit.

Puisqu'il s'agit ici de protéger les lignes électriques contre les décharges d'électricité statique, il est évident que le fonctionnement des paratonnerres serait plus efficace et plus sûr si l'on employait dans la construction des cornes l'effet bien connu des pointes, en multipliant en même temps les branches ou cornes d'une façon plus ou moins simple et pratique. Au lieu d'employer pour les cornes une paire de tiges de section plus ou moins arrondie comme on le fait à présent, il est préférable de remplacer les tiges par des surfaces étroites repliées en zig-zag ou dentelées en dents aiguës, de sorte qu'entre les deux branches dentelées puisse s'établir l'action des pointes. De cette façon, l'action du paratonnerre devient non seulement plus sensible et plus régulière; mais, la décharge d'électricité atmosphérique entre les dents pointues étant plus facile, on pourra écarter davantage les branches dans leurs parties les plus rapprochées, même dans le cas des courants des tensions par trop élevées et rendre impossible la communication de deux branches par des gouttes de pluie ou autres corps étrangers. D'autre part, dans le cas de pluie, les gouttes ne pourront pas descendre suivant les sommets des dents; mais, au contraire, elles descendront suivant les cavités qui restent entre les dents et ne pourront en aucun cas produire des courts-circuits dans la ligne.

L'action des pointes ou des dents étant la plus efficace et la plus nécessaire dans la partie la plus rapprochée des cornes, c'est-à-dire dans leurs bases, on pourrait, dans

les parties plus éloignées, restreindre soit le nombre, soit la longueur des dents, de façon que chaque corne soit terminée en pointe et, vue de face, se présente sous la forme d'un triangle très allongé et convexe.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Basicité de l'oxygène pyranique. Combinaisons halogénées du dinaphtopyryle avec les métaux et les métalloïdes.* Note de MM. **R. Fosse** et **L. Lesage**, présentée par M. A. Haller.

Le radical *dinaphtopyryle*

$$-CH\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle O$$

organique et dépourvu d'azote, forme, comme le potassium, avec les halogènes et les éléments minéraux, un grand nombre de sels doubles.

Nous avons précédemment décrit ([1]) des combinaisons halogénées du *dinaphtopyryle* et des métaux : platine, or, mercure, manganèse, fer, cobalt et cadmium.

Dans cette Note nous donnons les formules de nouveaux sels doubles halogénés, renfermant le *dinaphtopyryle* et l'un des éléments : platine, plomb, fer, zinc, étain, bismuth, arsenic, antimoine.

Bromoplatinate de dinaphtopyryle

$$PtBr^4 + 2\,Br - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

poudre rouge.

Chlorure double de plomb et de dinaphtopyryle,

$$PbCl^2 + Cl - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

cristaux rouge violet.

Chlorure double de fer et de dinaphtopyryle,

$$FeCl^3 + Cl - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

poudre orangée.

([1]) R. Fosse et L. Lesage, *Comptes rendus*, 22 mai 1905.

Chlorure double de zinc et de dinaphtopyryle,

$$ZnCl^2 + 2Cl - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

jolis cristaux rouges à reflets dorés.

Bromure double de zinc et de dinaphtopyryle,

$$3ZnBr^2 + 4Br - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

petits cristaux rouges à reflets verts.

Bromostannate de dinaphtopyryle,

$$SnBr^4 + 2Br - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

petits cristaux rouges à reflets dorés.

Bromure double de bismuth et de dinaphtopyryle,

$$BiBr^3 + 3Br - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

poudre rouge vif.

Bromure double d'arsenic et de dinaphtopyryle,

$$AsBr^3 + Br - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

cristaux rouges.

Bromure double d'antimoine et de dinaphtopyryle,

$$SbBr^3 + Br - O\langle{}^{C^{10}H^6}_{C^{10}H^6}\rangle CH,$$

cristaux rouges.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le développement de l'amylase pendant la germination des grains.* Note de M. **Jean Effront**, présentée par M. Maquenne.

En déterminant la teneur en amylase des grains en germination, j'ai constaté que leur pouvoir saccharifiant et leur pouvoir liquéfiant se développent inégalement.

Le pouvoir saccharifiant augmente irrégulièrement avec la durée de la germination et, après avoir atteint son maximum, diminue graduellement.

Le développement du pouvoir liquéfiant est plus lent, mais plus régulier, jusqu'à ce qu'il arrive à son maximum, auquel il se maintient assez longtemps.

La marche du développement des deux propriétés de l'amylase dans l'orge se trouve exprimée dans le Tableau suivant :

Durée de germination en jours.	Pouvoir saccharifiant.	Pouvoir liquéfiant.
6	1,06	6,6
10	1,68	11,4
12	1,40	13,1
14	1,38	16,4
16	1,80	18
20	2,20	22,8
23	2,50	32
25	2,30	36
27	2,10	40
30	2,18	40

Les pouvoirs saccharifiant et liquéfiant sont déterminés dans tous les essais sur le même nombre de grains. Leur valeur est exprimée respectivement par la quantité de maltose formée et d'amidon liquéfié par la diastase de 1^g d'orge. La méthode dont on s'est servi pour ces analyses se trouve décrite dans mon Traité sur *Les enzymes* (édition Carré et Naud, à Paris).

La différence dans le développement des deux propriétés de l'amylase est particulièrement marquante lorsque la germination se produit au soleil : le grain acquiert alors un maximum de pouvoir liquéfiant, tandis que la valeur du pouvoir saccharifiant se trouve réduite de 40 à 50 pour 100.

Le malt préparé à l'ombre et exposé ensuite à l'action des rayons solaires conserve très longtemps son pouvoir liquéfiant, mais perd de sa propriété saccharifiante. Ce phénomène se trouve évidemment en relation directe avec la formation passagère d'acides amidés pendant la germination [1].

---

(1) *Sur les conditions chimiques de l'action de la diastase* (*Comptes rendus*, 1892, p. 1524). — *Action des acides amidés sur l'amylase* (*Bulletin de la Société chimique*, 1904, . 7 .

Au cours du présent travail on a cherché aussi à établir les conditions dans lesquelles on obtient un malt d'activité maxima. Quand on conduit la germination à 15° C. on arrive au maximum de diastase après 10 ou 11 jours.

L'amylase qui se développe au cours de la germination reste adhérente à l'albumen et sa migration vers la racine et les feuilles n'est que très insignifiante.

Les conditions chimiques jouent aussi un très grand rôle dans le développement de la diastase, ainsi que nous l'avons constaté en ajoutant différentes substances à l'eau de trempage des graines.

Les résultats obtenus ont montré que l'action des agents chimiques sur la germination de l'orge est très complexe. Elle porte, soit sur le pouvoir germinatif, en augmentant ou en diminuant le nombre des grains germés, soit sur le pouvoir saccharifiant, soit sur le pouvoir liquéfiant, soit enfin sur deux ou trois de ces propriétés.

Nous avons vérifié, entre autres, que les phosphates, l'eau de chaux et le sulfate de cuivre (à $0^g,5$ par litre) favorisent la germination.

Le xylol, à la dose de 1^{cm^3} par litre, agit favorablement sur les deux pouvoirs germinatif et saccharifiant.

Le chlorure d'ammonium augmente le pouvoir liquéfiant.

L'acide lactique à 2^g par litre, la peptone végétale et l'hypochlorite de chaux favorisent à la fois la germination et les deux effets diastasiques.

Le sulfate de cuivre à 1^g par litre, la soude décinormale favorisent dans une certaine mesure le développement de la plumule au détriment des radicelles. Fréquemment nous avons obtenu ainsi des malts complètement dépourvus de radicelles.

L'action de l'hypochlorite de chaux est particulièrement intéressante : en présence d'alcali il favorise le pouvoir germinatif, mais nuit à la formation de la diastase; tandis qu'à l'état normal, tout en augmentant le pouvoir de germination, il augmente la force de l'amylase de 40 à 50 pour 100. La dose la plus favorable est de $0^g,5$ à $0^g,7$ de chlore actif par litre.

MÉCANIQUE AGRICOLE. — *Mesure du travail mécanique fourni par les bœufs de race limousine.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. Müntz.

Des recherches antérieures, effectuées tant à Joinville (1881), Grand-Jouan (1881-1887), au Marché aux Chevaux de Paris (1888) et à Grignon (1887-1897), nous ont montré que le travail mécanique fourni pratiquement par un moteur animé est dans un rapport constant avec l'*effort maxi-*

mum qu'il est capable de produire sans déplacement appréciable, et la *vitesse maximum* qu'il peut prendre sans avoir besoin de fournir d'effort de traction; enfin la vérification s'effectue quand on cherche le *temps* nécessaire à chaque moteur pour effectuer une assez grande quantité de travail mécanique déterminée.

En d'autres termes, si :

F est l'effort maximum que peut donner un moteur animé (ou un attelage) dans un temps très court;
f l'effort moyen soutenu qu'il peut fournir en travail courant;
a un coefficient à déterminer;

on a

$$f = aF.$$

D'autre part, si :

V est la vitesse maximum que peut prendre (au pas allongé) le moteur se déplaçant libre et sans charge sur un chemin horizontal (il s'agit ici d'animaux de culture; pour ceux de trait léger et de gros trait, il faut que le moteur se déplace libre et sans charge à l'allure du trot sur une voie horizontale);
v la vitesse moyenne pratique que le moteur peut soutenir en travail courant;
b un coefficient à déterminer;

on a

$$v = bV,$$

de telle sorte que la puissance disponible T ($= fv$), qu'un moteur animé peut fournir, peut s'écrire

$$T = (ab)FV.$$

Or les coefficients a et b semblent être constants pour une même espèce et, pour les bœufs, auraient, d'après nos recherches antérieures, les valeurs suivantes :

$$a = 0,25,$$
$$b = 0,3.$$

Ces considérations nous ont conduits à une méthode permettant de classer rapidement des moteurs animés comparables comme espèce, race, âge et harnachement.

Deux observations préalables doivent être faites : l'une au sujet du harnachement, l'autre relative à la conduite de l'attelage.

Il faut que le harnais soit bien adapté aux animaux et que ces derniers ne soient pas blessés; inutile d'insister sur ce point, car on conçoit que l'animal, de sa propre auto-

rité, ne dépasse pas une limite de pression par unité de surface blessée correspondant à une certaine dose de souffrance.

La conduite de l'attelage doit, dans ces essais, être faite par l'homme auquel les animaux sont habitués et, surtout, le conducteur doit faire le simulacre de se servir de son fouet ou de son aiguillon, mais il ne doit pas frapper ou piquer les bêtes; car, suivant les parties du corps atteintes, la douleur peut être plus ou moins vive en obligeant l'animal à fournir momentanément des efforts exceptionnels ou à prendre des vitesses tout à fait anormales.

Nous avons opéré sur 29 paires de bœufs de la race limousine; on a pesé les attelages, mesuré la hauteur au garrot et noté l'âge probable d'après la dentition. Chaque paire de bœufs était ensuite attelée par l'intermédiaire d'un dynamomètre à un camion dont on augmentait la résistance à l'aide d'un frein, jusqu'à ce que les animaux ne puissent plus avancer; on obtenait ainsi l'effort maximum qu'ils pouvaient développer. Les paires de bœufs étaient ensuite chronométrées pendant leur déplacement au pas allongé sur un parcours de 50^{m}; la vérification a été faite en demandant à chaque attelage de déplacer le plus rapidement possible le même camion chargé sur le même chemin et en chronométrant le même parcours. Ces essais, qui sont les premiers de ce genre faits en France et à l'étranger, ont été effectués avec le matériel et les aides de la Station d'Essais de machines.

Nous donnons quelques exemples des résultats obtenus :

Age approximatif.		Taille au garrot.				
Bœuf de droite.	Bœuf de gauche.	Bœuf de droite (mètres).	Bœuf de gauche (mètres).	Poids de la paire de bœufs, avec le joug (kilog.).	Effort maximum développé (kilog.).	Vitesse maximum (sans effort de traction) (mètres p. sec.).
ans 4	ans 4	m 1,40	m 1,38	kg 1165	kg 860	m 1,51
2	2	1,33	1,33	1085	600	1,07
4	4	1,41	1,41	1430	940	1,61
6	6	1,41	1,41	1450	990	1,34
6	6	1,48	1,50	1610	1110	1,33
5	5	1,53	1,52	1700	1204	1,60
5	5	1,50	1,48	1580	1198	1,04
4 ½	4 ½	1,38	1,41	1380	1270	1,82
5 ½	5 ½	1,44	1,44	1440	1197	1,73
7	8	1,54	1,54	1720	1285	1,29
5 ½	5 ½	1,43	1,43	1330	996	1,64
6	6	1,50	1,53	1600	1185	1,51
5	5	1,47	1,45	1510	1140	1,57

Les chiffres pratiques à tirer de ce Tableau sont indiqués ci-dessous, pour un temps utile de travail de 45 minutes par heure :

	Bœufs	
	n'ayant pas toutes leurs dents de remplacement.	ayant toutes leurs dents de remplacement.
Effort moyen développé, en kilogs......	150^{kg} à 215^{kg}	235^{kg} à 321^{kg}
Vitesse moyenne, en mètres par seconde.	$0^m,36$ à $0^m,62$	$0^m,35$ à $0^m,60$

La plus forte paire de bœufs (4 ans et demi), pesant 1380^{kg} (avec le joug), était capable de fournir, en travail normal, un effort moyen de 317^{kg} à une vitesse moyenne de $0^m,60$ par seconde, soit une puissance mécanique utilisable de plus de 190 kilogrammètres par seconde, ou un peu plus de 2 chevaux-vapeur et demi.

On voit par ces chiffres que les bœufs limousins sont d'excellents animaux de travail.

ZOOLOGIE. — *Sur un nouveau Flagellé parasite du* Bombyx mori (Herpetomonas bombycis). Note de M. C. LEVADITI, présentée par M. A. Laveran.

L'examen microscopique d'une série de Papillons de Vers à soie, élevés aux environs de Bucarest, nous a permis de découvrir un parasite flagellé intéressant, qui appartient au genre *Herpetomonas* Kent; nous le décrirons sous le nom de *H. bombycis*.

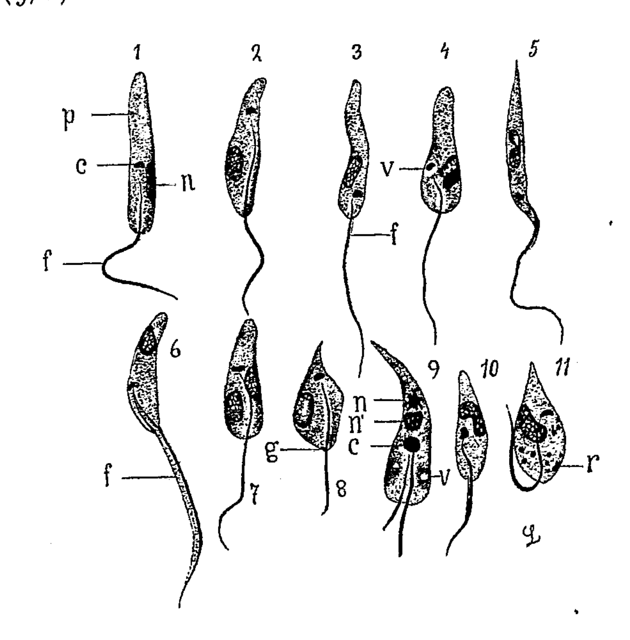
Le 1er juillet 1905 on examine un Papillon femelle (I) éclos depuis 3 jours; l'examen est fait par ponctionnement, à l'aide d'une pipette, de la région dorsale de l'abdomen. Le liquide retiré renferme une grande quantité de parasites très mobiles, réfringents, pourvus d'un flagelle antérieur. Le mouvement de ces animalcules s'arrête spontanément au bout de 15 minutes à la température de la chambre.

Le même jour on inocule quelques gouttes de ce liquide au papillon femelle II qui, lors d'un examen préalable, s'est montré dépourvu d'*Herpetomonas*. Ce papillon meurt le 7 juillet, après avoir pondu un grand nombre d'œufs. A l'ouverture du cadavre, on constate que le liquide jaune, qui entoure les tubes ovariens, contient un certain nombre de Flagellés mobiles.

Nos recherches expérimentales s'arrêtent là. L'inoculation en série a été rendue impossible par le manque de nouveaux Papillons.

L'*Herpetomonas bombycis* se présente sous deux aspects bien distincts : 1° des individus trapus (longueur : 6^{μ} à 10^{μ}; largeur : 4^{μ}; flagelle : 10^{μ} à 15^{μ}), en forme de poire, de beaucoup plus fréquents chez le Papillon I et souvent disposés en amas. Nous les considérons comme correspondant aux *formes fixables* de Léger [1]; 2° des exemplaires plus longs (longueur : 10^{μ} à 12^{μ}; largeur : 2^{μ} à 3^{μ}; flagelle : 20^{μ}), plus ou moins acuminés à leur extrémité antérieure, prédominant chez le papillon II (*formes monadiennes* de Léger).

Coloration (procédé de Giemsa). — Les formes monadiennes sont en général plus basophiles que les formes fixables, dont le protoplasma se colore en violet. Le parasite, limité par une fine membrane ectoplastique, possède une extrémité postérieure tantôt effilée, tantôt arrondie, et de beaucoup moins développée que l'extrémité antérieure. Celle-ci est pourvue d'un long flagelle flexible. Le cytoplasma est vacuolaire et contient souvent des grains irréguliers de chromatine, analogues à ceux décrits par Léger chez l'*H. gracilis* (*fig.* 11). Il est parfois muni d'une vacuole digestive située vers le pôle antérieur (9, *v*).



Le noyau est simple (*fig.* 1), *polymorphe* (5) ou même *double* (7). On y distingue un réseau chromatique alvéolaire, mais on n'y retrouve aucune formation rappelant le karyosome.

---

(1) Il nous est impossible de donner des détails sur les formes fixées de notre *Herpetomonas,* n'ayant pas soumis l'intestin des Papillons infectés à un examen histologique minutieux.

Le système flagellaire est constitué par les éléments suivants :

1° Un *centrosome* (Laveran et Mesnil) ou *blépharoplaste* [Schaudinn (¹) et Prowazek], en forme de haricot, situé, soit en avant (*fig.* 3), soit sur le même plan (1, *c*), *soit en arrière du noyau* (2 et 7). Sa concavité est fréquemment dirigée vers ce noyau; le centrosome est parfois entouré d'une vacuole claire (4, *v*);

2° Un flagelle plus épais vers sa base, *simple* et non pas double comme celui décrit par Prowazek chez l'*H. muscæ domesticæ*. Chez quelques exemplaires on constate, le long de ce flagelle, une fine membrane ondulante qui l'accompagne sur une certaine partie de son parcours (6, *f*). L'entrée du flagelle dans le corps du parasite est parfois marquée par la présence d'un point chromatique (diplosome) (4 et 8, *g*). En outre, on voit nettement la continuation du flagelle avec un *rhizoplaste* intraprotoplasmique, lequel traverse le cytoplasma, pour se terminer au voisinage immédiat du blépharoplaste. Ce rhizoplaste est généralement entouré d'une zone claire, que l'on pourrait envisager comme représentant un rudiment de tube digestif (Léger) (*fig.* 1, 2 et 4).

Les formes de division sont très rares. La figure 9 montre que, au cours de cette division longitudinale du parasite, la segmentation du noyau et celle du flagelle peuvent précéder l'amitose du blépharoplaste. On voit également que ce blépharoplaste est augmenté de volume et qu'un des noyaux (*n*), provenant de la division nucléaire, est formé par un fuseau central à huit chromosomes. En outre, on observe le dédoublement du flagelle et du rhizoplaste, ainsi que la présence de deux vacuoles situées vers l'extrémité antérieure (*v*).

Ces caractères morphologiques permettent de rapprocher l'*H. bombycis* des *H. muscæ domesticæ* Burnett et *sarcophaga* Prowazek, ainsi que des *H. gracilis et subulata* Léger [2]. Chez quelques individus, le centrosome occupe une place postérieure par rapport au noyau et souvent la distance qui le sépare de ce dernier est assez grande. D'un autre côté, l'*H. bombycis* possède le long de son flagelle un prolongement cytoplasmique qui rappelle la membrane ondulante des trypanosomes. Si l'on tient compte de ces faits, on est conduit à établir, avec Léger [3], Laveran et Mesnil, Schaudinn et Prowazek, un rapprochement entre les *Herpetomonas* et les *Trypanosoma*.

L'*H. bombycis* peut-il nuire à l'élevage des vers à soie? Malheureusement nos constatations sont loin de pouvoir préciser le rôle pathogène de l'*H. bombycis*, pour le motif que les papillons examinés par nous étaient

(¹) SCHAUDINN, *Arb. aus dem kaiserl. Gesundheitsamte*, 1904, Vol. XX.

(²) LÉGER, *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1904, p. 613; E. Pfeiffer (*Zeitsch. für Hyg.*, 1905, p. 324) a découvert récemment un parasite analogue au nôtre, chez le *Melophagus ovinus*.

(³) LÉGER, *C. R. de la Soc. de Biologie*, 1904, p. 615.

atteints en même temps de pébrine et d'une infection microbienne non déterminée.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 OCTOBRE 1905.

Observatoire de Bordeaux : *Catalogue photographique du Ciel : Coordonnées rectilignes.* Tome I. Zone + 16° à + 18°. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Note historique sur l'emploi des procédés matériels et d'instruments usités dans la Géométrie pratique au moyen âge (xe-xiiie siècles), par VICTOR MORTET. (Extr. des *Comptes rendus du deuxième Congrès international de Philosophie,* Genève, 4-8 septembre 1904.) Genève, Henry Kündig; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Recherches sur les maladies de la vigne. Anthracnose. II : *Nouvelles recherches sur l'Anthracnose : levures, kystes, formes de reproduction et de conservation du « Manginia ampelina »,* par P. VIALA et P. PACOTTET; avec 7 planches et 85 fig. dans le texte. Paris, Bureaux de la *Revue de Viticulture,* 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Guignard. Hommage de l'auteur.)

Les manifestations de l'énergie, par V. COISSAC. Charentilly (Indre-et-Loire), chez l'auteur, 1905; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Essai scientifique sur les transformations sociales, par JACQUES LE FRANÇOIS. Paris, 1905; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. Tome XIII, fasc. 1-3. Paris, au siège de la Société, 1905; 3 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société géologique de France; 4e série, t. V, n° 1. Paris, au siège de la Société, 1905; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; 3e série, t. XL, année 1904. Troyes, imp. Paul Nouel; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 OCTOBRE 1905.

Correspondance d'Hermite et de Stieltjes, publiée par les soins de B. BAILLAUD et H. BOURGET, avec une préface de EMILE PICARD, Membre de l'Institut. Tome II (18 octobre 1889-15 décembre 1894). Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Emile Picard.)

Science et Apologétique, par A. DE LAPPARENT, de l'Académie des Sciences; Conférences faites à l'Institut catholique de Paris, mai-juin 1905. Paris, Bloud et Cie, 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. MASCART, Membre de l'Institut : Année 1901, II. *Observations.* Année 1902, I. *Mémoires;* III. *Pluies en France.* Paris, Gauthier-Villars, 1904-1905; 3 fasc. in-4°. (Présenté en hommage par M. Mascart.)

Observatoire d'Alger. *Tables et Cartes d'occultations; théorie et applications,* par M. CH. TRÉPIED. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Lœwy.)

Nouvelle méridienne de France; 3e partie, publiée par le Commandant BOURGEOIS, sous la direction du Général BERTHAUT. (*Mémorial du Dépôt général de la Guerre.* Tome XII, 3e partie.) Paris, Imprimerie nationale, 1904; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Études sur les sources. Hydraulique des nappes et des sources et applications pratiques, par M. LÉON POCHET; texte et planches. Paris, Imprimerie nationale, 1905; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Ports maritimes de la France. *Notice sur le port de Boulogne,* par M. VIVENOT, complétée et mise à jour par M. J. VOISIN et M. L. VASSEUR. Paris, Imprimerie nationale, 1904; 1 vol. in-4°.

Ports maritimes de la France. *Notice sur le port de Calais,* par M. ARON, complétée et mise à jour par MM. CHARGUÉRAUD et BODIN. Paris, Imprimerie nationale, 1904; 1 vol. in-4°.

M. le MINISTRE DE LA GUERRE adresse les Cartes suivantes publiées en 1905 par le Service géographique de l'Armée :

France, au $\frac{1}{200000}$, nos 5ter, 11bis, 19.
Tunisie, au $\frac{1}{50000}$, no 10; au $\frac{1}{100000}$, nos 31, 35.
Algérie, au $\frac{1}{200000}$, nos 17, 36.
8 feuilles in-plano.

Le Solanum Commersoni *et ses variations. Pomme de terre de l'Uruguay, variété violette,* par J. LABERGERIE; avec 15 fig. et 2 pl. h. t. Paris, Librairie agricole de la Maison rustique, 1905; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 2 octobre 1905.)

Note de M. *Adrien Guébhard,* Vérifications expérimentales de la forme ondulatoire de la fonction photographique :

Page 560, ligne 11, *au lieu de* de gauche à droite, *lisez* de droite à gauche.
Page 561, ligne 30, *au lieu de* isolées, *lisez* insolées.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL annonce à l'Académie que le Tome CXXXIX des *Comptes rendus* (2e semestre 1904) est en distribution au Secrétariat.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Quelques faits relatifs à l'histoire de l'émulsine; existence générale de ce ferment chez les Orchidées.* Note de M. L. GUIGNARD.

Découverte et étudiée d'abord dans les organes des plantes qui doivent à la présence de l'amygdaline ou d'un glucoside analogue la faculté de fournir de l'acide cyanhydrique, l'émulsine a été retrouvée ensuite dans beaucoup d'autres végétaux qui sont dépourvus de cette propriété. Comme elle décompose des glucosides de nature diverse, on conçoit qu'elle existe chez les plantes qui les renferment ou qui peuvent les rencontrer dans le milieu extérieur et les utiliser pour leur développement. Dans nombre de cas, d'ailleurs, on ne connaît pas encore la nature des corps sur lesquels elle peut exercer son action.

Chez les Champignons supérieurs, la plupart des espèces qui contiennent de l'émulsine sont parasites des arbres et vivent sur le vieux bois (1). Chez les Phanérogames son existence a été reconnue dans des organes très différents appartenant à des espèces variées, et, comme on l'a constatée

(1) E. BOURQUELOT, *Présence d'un ferment analogue à l'émulsine dans les Champignons, etc.* (*Bull. Soc. mycologique de France*, t. X, 1894). — H. HÉRISSEY, *Recherches sur l'émulsine* (*Thèse de l'École supérieure de Pharmacie de Paris*, 1899).

aussi dans certaines plantes parasites, on a été porté à voir une relation entre la présence de cette diastase et le parasitisme. Telle est, par exemple, l'opinion exprimée récemment par M. Bondouy ([1]) dans un travail sur l'existence de l'émulsine chez le *Lathræa squamaria :* « L'émulsine, dit-il, ayant été rencontrée par M. Bourquelot dans la tige du *Monotropa Hypopitys*, plante qui présente la même particularité physiologique : le parasitisme, et dont l'appareil végétatif est également très dégradé, je me suis demandé si cette enzyme n'existait pas aussi chez le *Lathræa squamaria.* »

Mais il n'est pas exact de considérer le *Monotropa* comme parasite : il y a longtemps que Kamienski ([2]) en a fourni la preuve, en montrant que cette plante se nourrit en saprophyte dans l'humus des forêts, par l'intermédiaire des nombreuses mycorhizes dont elle est pourvue. Et c'est même sur le mode de végétation du *Monotropa* que Frank s'est appuyé d'abord pour assigner aux mycorhizes un rôle important dans la nutrition d'un grand nombre de végétaux. Au contraire, le *Lathræa* est dépourvu de mycorhizes, et il en est de même pour toutes les Rhinanthées parasites.

Puisque cette plante, réellement parasite, renferme de l'émulsine ([3]), il n'était pas sans intérêt de rechercher si d'autres espèces, présentant le même mode de vie, en possèdent également. Or, en opérant, à plusieurs reprises, et chaque fois sur 100^g de tissus provenant des diverses parties de la plante, je n'ai pu constater la présence de cette diastase dans l'*Orobanche Galii* et l'*O. Epithymum.* Ce seul exemple suffit à montrer qu'il n'y a pas de relation constante entre le parasitisme et l'existence de l'émulsine.

Mais en est-il de même pour les plantes qui possèdent des mycorhizes, soit externes, comme le *Monotropa*, soit internes, comme beaucoup d'autres végétaux? C'est une question qui n'a pas encore été envisagée. Pour l'aborder, j'ai d'abord pris pour sujet d'étude les Orchidées et ensuite d'autres plantes pourvues ou non de mycorhizes internes ou externes.

Les recherches déjà anciennes de Wahrlich ([4]) confirmées par nombre d'ob-

---

([1]) Th. Bondouy, *De la présence de l'émulsine dans le* Lathræa squamaria (*Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, 9 juin 1905).

([2]) Fr. Kamienski, *Die vegetativen Organe der* Monotropa Hypopitys (*Bot. Zeitung*, 1881); *Les organes végétatifs du* Monotropa Hypopitys (*Mém. de la Soc. des Sc. nat. et math. de Cherbourg*, t. XXIV, 1882).

([3]) M. Hérissey n'en avait pas trouvé dans la plante récoltée à la même époque de l'année, mais son mode opératoire était différent. (*Recherches sur l'émulsine*, p. 29.)

([4]) Wahrlich, *Beitrag zur Kenntniss der Orchideenwurzelpilze* (*Bot. Zeitung*, t. XLIV, 1886).

servateurs et, en particulier, dans ces dernières années, par M. Stahl (¹) et par M. N. Bernard (²), ont montré que toutes les Orchidées sont normalement pourvues de mycorhizes internes. Les organes envahis par le champignon (³) sont presque uniquement ceux qui ont un rôle dans l'absorption. L'endophyte se trouve donc surtout dans les racines adventives, qui sont produites par le rhizome dans nos espèces indigènes sans tubercules, ou qui naissent à la base de la tige, au-dessus des tubercules, dans les représentants de la tribu des Ophrydées. Parfois il existe aussi dans le rhizome lui-même, qui peut, dans certains cas, remplir le rôle d'organe absorbant; mais, en général, le champignon n'envahit pas les tiges proprement dites, même dans leur partie souterraine. Les feuilles et les fleurs paraissent toujours en être dépourvues. Quant aux tubercules, on les considère comme indemnes d'endophytes (⁴). Mais cela n'est vrai que pour les tubercules entiers, car, lorsqu'ils sont palmés, leur ramifications, qui s'allongent sous forme de racines parfois assez longues et remplissent alors, sans aucun doute, le même rôle absorbant que les racines ordinaires, peuvent aussi renfermer l'endophyte : c'est ce que j'ai constaté, par exemple, dans l'*Orchis latifolia* et le *Gymnadenia conopsea*.

La différence qui existe, au point de vue de la présence de l'endophyte, entre le rhizome et la tige proprement dite, ne m'a paru nulle part aussi frappante que dans le *Limodorum abortivum*. Le rhizome, très grêle, végète ordinairement à une profondeur voisine de 50^{cm} au-dessous de la surface du sol et porte des racines adventives très grosses et souvent très longues. Dans l'écorce de la racine, la zone infestée forme un cercle jaunâtre dont l'épaisseur atteint 2^{mm}. A l'endroit où le rhizome, également infesté, se renfle en formant la partie souterraine blanchâtre de la tige, l'endophyte disparaît brusquement.

La recherche de l'émulsine a porté sur des espèces de la flore parisienne, récoltées en mai et juin, et sur des espèces exotiques cultivées en serre. Elle consiste à faire agir les divers organes sur l'amygdaline en présence de l'eau, toutes précautions étant prises pour que le dédoublement du gluco-

---

(¹) E. Stahl, *Der Sinn der Mycorhizenbildung* (*Pringsh. Jahrb.*, t. XXXIV, 1900).

(²) N. Bernard, *Études sur la tubérisation* (*Thèse pour le Doctorat ès Sciences*, Paris, 1901).

(³) Les endophytes des Orchidées paraissent se rattacher, tout au moins en partie, au genre *Nectria*.

(⁴) Ces faits ont été vérifiés surtout par M. N. Bernard.

side, reconnaissable à la formation d'acide cyanhydrique, ne puisse être rapporté qu'à la présence de l'émulsine ou d'une enzyme analogue.

En général, pour chacun des organes d'une même espèce (racine, tubercule, tige, feuille) (1), et afin d'apprécier approximativement la proportion relative de ferment qu'ils pouvaient renfermer, j'ai employé, dans chaque série d'expériences, 30g de substance soigneusement broyée (2). Dans une première série, les 30g de tissus étaient additionnés de 100g d'eau distillée saturée de thymol et de 0g,20 d'amygdaline; dans une seconde série, de 100g d'une solution au centième de fluorure de sodium, contenant également 0g,20 d'amygdaline (3). D'autre part, je me suis assuré que les divers tissus, portés pendant 5 minutes à l'ébullition, n'agissaient plus en aucun cas sur l'amygdaline. Tous les flacons étaient placés pendant 24 heures à une température de + 30°.

Les deux séries d'expériences comparatives faites dans les conditions indiquées ont donné les mêmes résultats. Après 24 heures, le contenu de chaque flacon était soumis à la distillation afin de rechercher ou de doser l'acide cyanhydrique provenant du dédoublement de l'amygdaline; dans ce dernier cas, on s'assurait que tout l'acide cyanhydrique formé avait passé à la distillation. La quantité d'acide permettait de juger jusqu'à un certain point de la proportion relative de ferment existant dans les divers organes. Il va sans dire qu'aucun de ces derniers ne fournissait d'acide cyanhydrique par distillation directe.

Dans les conditions expérimentales qui précèdent le résultat le plus saillant a été le suivant : *chez toutes les Orchidées étudiées, indigènes et exotiques, les racines souterraines ou aériennes renferment de l'émulsine.*

La présence de ce ferment n'est pas constante dans les tubercules, la tige et la feuille, et, quand il s'y rencontre, c'est presque toujours en proportion beaucoup plus faible que dans les racines.

Indiquons maintenant quelques-unes des variations observées chez les espèces indigènes et exotiques.

1. Orchidées indigènes. — A. Celles qui possèdent un rhizome peuvent renfermer de l'émulsine, aussi bien dans cet organe, la tige aérienne et la

---

(1) La fleur n'a été examinée que dans quelques espèces (*Orchis militaris, Gymnadenia conopsea, Anacamptis pyramidalis, Vanda suavis, Cattleya labiata*); la recherche du ferment a donné un résultat négatif.

(2) Il est nécessaire de mettre en contact avec la solution d'amygdaline les tissus eux-mêmes, et non le liquide obtenu à l'aide de leur macération aqueuse; sans cela, l'absence de décomposition de l'amygdaline ne permettrait pas de conclure d'une façon certaine à celle de l'émulsine. D'ailleurs, il ne serait guère possible d'opérer autrement avec les tubercules, en raison de l'abondance du mucilage qu'ils renferment et qui nécessite l'emploi du sable pour le broyage.

(3) Dans le cas des tubercules, il a fallu employer une quantité d'eau plus élevée à cause du mucilage.

feuille, que dans la racine (*Goodyera repens, Epipactis latifolia, Listera ovata, Neottia Nidus-avis*); le ferment manque dans la tige proprement dite, souterraine et aérienne, du *Limodorum abortivum* et ne se rencontre qu'à l'état de traces dans celle du *Cephalanthera grandiflora*, dont les feuilles n'en contiennent pas non plus.

Les chiffres suivants donneront, dans deux exemples, une idée des proportions relatives d'acide cyanhydrique fourni par l'action de 30g des divers organes sur 0g,20 d'amygdaline, ainsi que des différences que l'on peut rencontrer entre ces organes :

	Racine.	Tige.	Feuille.
Goodyera repens.......	0g,0064	0g,0021	0g,0011
Epipactis latifolia......	0g,0045	0g,0010	0g,0031

Théoriquement, le dédoublement intégral de 0g,20 d'amygdaline donne 0g,0105 d'acide cyanhydrique. De toutes les feuilles des Orchidées indigènes, c'est celle de l'*Epipactis* qui s'est montrée la plus riche en ferment.

B. Chez les espèces à tubercules, les racines sont également très riches en émulsine; parfois même, dans les expériences faites avec les quantités de racine et d'amygdaline précédemment indiquées, le dédoublement du glucoside a été complet (*Gymnadenia conopsea, Orchis militaris, Platanthera montana*).

Le ferment existe aussi, mais en quantité moindre, dans les tubercules entiers ou palmés de toutes les espèces examinées, à l'exception du *Loroglossum hircinum*. Les tubercules anciens, en grande partie vidés à l'époque de la floraison, en renferment encore. La tige et la feuille peuvent en contenir, mais en très faibles proportions (*Orchis latifolia, O. militaris*, etc.); dans le *Loroglossum*, ces deux organes en sont dépourvus.

2. Orchidées exotiques. — Quelques-unes sont terrestres et n'ont que des racines souterraines (*Cypripedium*, etc.). Les autres sont pour la plupart épiphytes, avec un rhizome plus ou moins long portant des tiges aériennes cylindriques ou renflées à la base en pseudobulbes; leurs racines s'incrustent dans le substratum où flottent dans l'air, et, dans le premier cas, elles sont ordinairement mycorhizées comme les racines souterraines, tandis que, dans le second, elles paraissent dépourvues d'endophyte; du moins n'en ai-je pas constaté la présence dans celles qui s'étendaient librement dans l'air et n'avaient aucun contact avec le substratum (*Vanilla, Vanda, Aerides*, etc.).

Tout en existant dans toutes les racines, l'émulsine y présente, d'une espèce à l'autre, de très notables variations de quantité.

En opérant comme précédemment, on a obtenu les proportions suivantes d'acide cyanhydrique :

	g		g
Cypripedium hirsutissimum...	0,009	*Cypripedium barbatum*.......	0,004
Cymbidium aloifolium........	0,008	*Oncidium sphacelatum*........	0,003
Vanilla planifolia............	0,006	*Epidendrum ciliare*...........	0,002
Aerides odoratum.............	0,005	*Stanhopea tigrina*............	0,001

Les autres espèces étudiées présentaient entre elles des différences analogues.

Tantôt la tige aérienne est également pourvue d'émulsine (*Epidendrum ciliare, Aerides odoratum, Anectochilus Dawsonianus*, etc.); tantôt elle n'en contient pas (*Vanilla planifolia* [1], *V. aromatica*, etc.). Dans les pseudo-bulbes, l'enzyme fait ordinairement défaut (sauf chez l'*Epidendrum cochleatum*, etc.); dans les feuilles, au contraire, elle existe fréquemment (*Epidendrum ciliare, E. cochleatum, Cattleya labiata, Phajus Wallichii, Stanhopea tigrina, Dendrobium nobile, D. Cochlearia, Cymbidium aloifolium, Maxillaria tenuifolia, Anectochilus Dawsonianus, Vanda suavis*); elle est relativement très abondante chez l'*Aerides odoratum;* enfin, elle n'a pas été rencontrée dans la feuille des *Vanilla planifolia, V. aromatica, Cœlogyne cristata, Oncidium sphacelatum, Angræcum superbum, Cypripedium barbatum.*

L'existence de l'émulsine dans toutes les racines des Orchidées indigènes et exotiques est-elle en relation, soit avec le mode de végétation de ces plantes, soit avec la présence de mycorhizes? En premier lieu, l'on constate qu'il n'y a pas de différence entre les espèces qui sont saprophytes comme le *Neottia Nidus-avis*, et celles qui ne le sont pas et représentent la presque totalité de la famille. En second lieu, les racines qui, dans les *Vanda, Aerides, Vanilla*, etc., flottent librement dans l'air et ne renferment pas le champignon des mycorhizes, sont tout aussi bien pourvues d'émulsine que les autres racines, et l'on ne peut pas dire qu'elles tirent leur émulsine de la tige, puisque dans le Vanillier, notamment, celle-ci n'en contient pas [2].

(1) On n'en a pas trouvé même en opérant sur 100g du tissu des entre-nœuds.

(2) Parmi les autres plantes, très diverses, chez lesquelles j'ai constaté la présence de ce ferment dans la racine, je puis citer ici, comme espèces toujours pourvues de mycorhizes internes ou externes : *Botrychium Lunaria, Ophioglossum vulgatum, Podocarpus sinensis, Fagus sylvatica, Anemone nemorosa, Erica cinerea*, etc., et comme espèces qui n'offraient pas de mycorhizes : *Polypodium aureum, Delphinium Consolida, Nigella Damascena, Galeopsis Tetrahit, Lepidium Iberis, Impatiens parviflora, Digitalis purpurea*, etc.

Quant au rôle de ce ferment chez les Orchidées, on ne le connaît pas encore. Il est possible qu'elles renferment des glucosides ou des composés sensibles à l'action de l'émulsine dans certaines conditions. On s'est déjà demandé si l'émulsine n'interviendrait pas dans la formation des principes odorants, tels que la coumarine et la vanilline. Celle-ci prend naissance, comme l'on sait, pendant que la gousse de vanille noircit en se desséchant sur la tige ou lorsqu'on la soumet, suivant l'usage, à une préparation spéciale. Behrens ([1]), ayant chauffé avec des acides minéraux étendus le suc frais des feuilles du Vanillier, qui ne présentait d'abord aucun arome, dit avoir constaté l'odeur de vanilline à la suite de cette opération. D'autre part, en traitant par l'émulsine le suc d'une gousse de vanille encore verte, Büsse ([2]) a observé la production d'une odeur très nette de vanilline alliée à celle du mercaptan; en maintenant le liquide pendant 40 heures à 37°, il a vu que l'odeur de vanilline s'accentuait de plus en plus, à mesure que celle du mercaptan diminuait ([3]). Il en conclut que la vanilline doit provenir de la décomposition d'un glucoside existant dans le fruit non mûr.

Mais, en admettant qu'il y ait dédoublement d'un glucoside, l'expérience de Büsse ne résout pas la question de savoir si la vanilline provient directement de ce dédoublement ou si sa formation est due à un autre phénomène, tel que l'oxydation d'un produit intermédiaire. Une action de ce genre paraît très vraisemblable à M. Lecomte ([4]), qui a signalé la présence d'une oxydase dans les fruits mûrs et même dans la vanille préparée. Elle trouve aussi un appui sérieux dans l'observation suivante que j'ai faite avec des gousses fraîches développées en serre en août et septembre et âgées de près de 2 mois. Bien que les graines fussent déjà noirâtres, ces fruits, d'une longueur de 15^{cm}, n'avaient pas encore atteint leurs dimensions définitives et présentaient une teinte très verte. Coupés en morceaux, ils n'offraient pas d'odeur sensible de vanilline; mais cette odeur devint rapidement très manifeste pendant la contusion et le broyage des tissus. Or, elle ne pouvait être due à l'action de l'émulsine, car la recherche de cette

---

([1]) J. Behrens, *Ueber das Vorkommen des Vanillins in der Vanille* (*Tropenpflanzer*, n° 3, 1899, p. 299).

([2]) Walter Büsse, *Ueber die Bildung des Vanillins in der Vanillefrucht* (*Zeitsch. für Untersuchung der Nährungs und Genussmittel*, janv. 1901, p. 21).

([3]) Expérience faite avec un fruit vert de *Vanilla Pompona* provenant du Jardin botanique de Berlin.

([4]) H. Lecomte, *Le Vanillier, sa culture*, etc. (Paris, 1902, p. 142 et suiv.).

enzyme, par la méthode précédemment indiquée, a donné un résultat complètement négatif : l'émulsine manque donc aussi bien dans le fruit que dans la tige et la feuille du Vanillier. J'ajouterai, en outre, que les fruits d'un certain nombre d'Orchidées indigènes, examinés à divers états de développement, se sont montrés de même dépourvus d'émulsine.

ZOOLOGIE. — *Sur les Crustacés décapodes (abstraction faite des Carides) recueillis par le yacht* Princesse-Alice *au cours de la campagne de* 1905. Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Je viens de passer en revue tous les Crustacés décapodes (abstraction faite des Crevettes soumises à M. Coutière) capturés par la *Princesse-Alice* au cours de sa dernière campagne, à laquelle S. A. le Prince de Monaco avait bien voulu me convier. Certains de ces animaux ont été pris sur le fond, avec le chalut, suivant la méthode depuis longtemps usitée par les expéditions de cette sorte ; d'autres appartiennent à la faune bathypélagique et furent tous rapportés par les filets Richard (de 9^{m^2} à 25^{m^2} d'ouverture) dont on fit un usage prédominant pendant la campagne ; plusieurs enfin proviennent du plankton de surface.

Les pêches de fond furent assez rares et d'ailleurs ne donnèrent que des espèces abyssales depuis longtemps connues. Quelques-unes de ces dernières ont pourtant de l'intérêt parce qu'elles semblent être d'une rareté extrême : tels sont l'*Hepomadus tener* Smith, Pénéide dont on ne connaissait qu'un petit nombre d'exemplaires capturés au voisinage des États-Unis, et un Pagurien à écailles ophtalmiques longuement aciculées, l'*Anapagurus lævis* variété *longispina* Edw. et Bouv. dont *le Talisman* captura autrefois un spécimen dans la rade de Cadix. La seule forme nouvelle fut ramenée par le chalut, au sud de Madère ; c'est un *Polychetes* à carapace largement dilatée comme celle du *P. crucifex* et assez analogue à celle des *Eryon* jurassiques, d'où le nom de *Polychetes eryoniformis* que je lui attribue. Les ornements de cet Eryonide sont beaucoup plus simples que ceux du *P. crucifer* : ils se composent de deux dents impaires et d'une série de granules sur la carène présuturale, de deux paires d'épines sur la carène postsuturale, de légères carènes exogastriques, et de carènes branchiales armées de fortes spinules ; les carènes des tergites abdominaux sont un peu saillantes en avant et légèrement échancrées au milieu. L'espèce présente les mêmes épines frontales que le *P. Beaumonti* Alcock et les espèces voisines.

Dans ce groupe comme dans tous les autres, les récoltes bathypélagiques ont été singulièrement plus curieuses et plus riches. Ainsi, dans la mer des Sargasses, entre la surface et 2000^{m} de profondeur, le filet vertical a ramené un *Eryoneicus* tout à fait étonnant, à cause de sa carapace beaucoup plus large que longue et légèrement convexe, plutôt que globuleuse comme dans les autres formes du genre. Cette espèce doit être surtout rapprochée de l'*E. Faxoni*, mais elle en diffère par sa forme et par son armature épineuse; dans l'*E. Faxoni*, en effet, les épines médianes de la carapace correspondent à la formule 2.1.2.2 — 1.1.2.1.*rostre*, tandis que l'*Eryoneicus* nouveau répond au type 2.*tubercule* — 2.2.1.2.*rostre*. De tous les Eryonides connus, soit vivants, soit à l'état fossile, aucun ne présente une carapace aussi démesurément large; cette espèce est sans contredit la plus curieuse du genre, aussi me fais-je un plaisir de la dédier, sous le nom d'*Eryoneicus Alberti*, au Prince qui l'a découverte. Un autre *Eryoneicus* fut également capturé au cours de la campagne : c'est l'*E. Faxoni* dont l'exemplaire type avait été pris par le *Talisman* au large du cap Cantin. Il est bon d'ajouter que la *Princesse-Alice* a recueilli cette espèce en Méditerranée, au sud-ouest des îles Baléares, entre la surface et 2375^{m}, de sorte que l'espèce semble avoir une distribution géographique assez grande. Avec leur volumineuse carapace presque toujours dilatée en ballon, les *Eryoneicus* semblent bien être des types propres à la faune bathypélagique, mais ils sont peu nombreux en individus et plutôt variés comme espèces. C'est à l'emploi du filet vertical qu'on doit le développement de nos connaissances relatives à ce curieux genre : sur les 8 espèces d'*Eryoneicus* actuellement connues, 4 ont été capturées par la *Princesse-Alice* et, parmi ces espèces, 2 étaient nouvelles pour la Science. On ne saurait douter que le chalut, en remontant à la surface, capture quelques espèces bathypélagiques, et l'on peut expliquer de la sorte la présence d'un *Eryoneicus Faxoni* dans les récoltes du *Talisman*.

Des observations de même nature doivent être faites au sujet d'un très joli Pénéide rouge, le *Gennadas elegans* Smith, qui fut capturé d'abord par les engins de fond du *Blake* et de l'*Albatros*, puis, en fort petit nombre, par le chalut du *Talisman*. Ce Pénéide a été trouvé dans le plankton profond de la mer des Sargasses (entre 1300^{m} et 1500^{m}) et dans les eaux plus superficielles des parages du cap Vert (de 0^{m} et 400^{m}) par l'expédition du Plankton (M. Ortmann); plus récemment, dans le plankton méditerranéen par M. Riggio, par le *Puritan* et par le *Maja*. M. Lo Bianco, qui a étudié la faune de ces deux dernières expéditions, suppose justement

que l'espèce descend de la surface vers le fond à mesure qu'elle se rapproche de l'état adulte, mais je pense, avec M. Ortmann, qu'elle reste toujours bathypélagique. Nous l'avons trouvée, parfois en abondance, dans presque tous les coups de filet vertical, entre 0^m et 3000^m; entre 1000^m et la surface, le filet vertical fut rarement employé et presque jamais ne donna des exemplaires jeunes ou adultes. Au nord-ouest des îles Baléares, entre 0^m et 1500^m une opération rapporta 35 exemplaires, le filet s'étant arrêté à plus de 500^m du fond.

Parmi les belles captures effectuées au cours de la campagne, il convient de signaler un exemplaire de *Glaucothoe Peroni* Edw., recueilli dans la mer des Sargasses, par le filet vertical, entre 0^m et 1500^m, au-dessus d'un fond de 3000^m, et présentant la coloration rouge uniforme des Crustacés bathypélagiques. De nombreuses Glaucothoés furent également prises le soir, au haveneau, sous les rayons du projecteur électrique, un peu au sud-ouest de Ponta Delgada; bien que mesurant au plus $4^{mm},5$ de longueur, ces dernières présentent tous les caractères de la *Glaucothoe rostrata* Miers, qui peut atteindre 12^{mm}, de sorte qu'on ne saurait douter aujourd'hui que les Glaucothoés subissent des mues et croissent sans aucune modification organique. J'ai autrefois établi que les Glaucothoés sont des larves de Pagurides et qu'elles se divisent en deux groupes comme ces derniers : Eupaguriens à pattes-mâchoires externes écartées (*Glaucothoe Peroni* appartenant au type *Sympagurus*) et Paguriens à pattes-mâchoires contiguës (*Glaucothoe carinata* et *Gl. rostrata* appartenant au type des *Clibanarius*, des *Cancellus* et autres formes voisines). En permettant d'établir que les Glaucothoés sont bathypélagiques ou pélagiques et qu'elles subissent des mues de simple croissance, les recherches de la *Princesse-Alice* nous donnent le moyen de pousser plus avant la solution du problème : arrivées à la taille de 3^{mm} ou 4^{mm}, qui est celle des larves analogues d'*Eupagurus*, les Glaucothoés doivent se rapprocher du fond comme ces dernières, et chercher une coquille où s'effectuera leur ultime métamorphose; mais toutes ne réussissent pas dans cette tâche; faute de coquilles ou entraînées par les courants, elles sont vouées à l'existence pélagique ou bathypélagique et continuent leur croissance en conservant leur organisation larvaire. Ainsi s'explique la rareté des grandes Glaucothoés, et l'abondance des petites, établie par les recherches de la *Princesse-Alice*.

Que deviennent, en fin de compte, ces Glaucothoés errantes et de grande taille? peuvent-elles croître indéfiniment, se transformer en Paguride quelles que soient leurs dimensions, ou acquérir la maturité sexuelle tout

en conservant leurs caractères de larves? Comme on ne connaît pas de Glaucothoés dépassant 20^{mm}, la première de ces hypothèses paraît difficilement acceptable; la deuxième appartient au domaine de la vraisemblance et, d'ailleurs, relève du contrôle expérimental; quant à la troisième, rien ne la justifie actuellement [sauf, peut-être, l'observation d'une *Glaucothoe carinata* mâle (?) par M. Whitelegge], mais il n'est pas impossible qu'elle corresponde à la réalité, auquel cas on serait en présence d'un phénomène accessoire de pædogenèse, du moins à l'état d'ébauche.

M. P. Duhem fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *La théorie physique. Son objet et sa structure.*

RAPPORTS.

Rapport sur un Mémoire de M. Bachelier *intitulé : « Les probabilités continues »*; par M. H. Poincaré.

M. Bachelier étudie dans ce Mémoire, et dans deux autres qui y font suite, quelques questions relatives à la théorie du jeu. La probabilité pour qu'un joueur réalise un gain donné après un certain nombre de parties est aisée à calculer quand les conditions de toutes les parties successives sont identiques. Dans les mêmes conditions, le problème de la ruine des joueurs est plus délicat et a déjà donné lieu à des travaux nombreux.

L'auteur aborde les mêmes problèmes dans des cas plus compliqués, en supposant que les conditions des parties successives sont variables et qu'elles dépendent par exemple des gains antérieurs du joueur. Le problème ainsi posé serait très complexe; on le simplifie en supposant le nombre des parties très grand et le gain très petit à chacune d'elles. C'est ce qu'on fait d'ailleurs lorsque dans la théorie ordinaire des épreuves répétées on introduit l'intégrale de Gauss. Cet artifice permet d'introduire dans la solution de la question les fonctions continues. M. Bachelier arrive ainsi à une généralisation d'une formule de Laplace et à diverses lois analogues à la loi de Gauss. Il est conduit ainsi à diverses relations entre certaines intégrales définies.

Dans son troisième Mémoire, il étend ses résultats aux questions qu'il appelle problèmes de probabilité continue à plusieurs variables et dont le

type le plus simple, et d'ailleurs bien connu, est celui de l'erreur de situation d'un point.

Il compare ensuite les lois qu'il a obtenues avec la loi de refroidissement d'un courant liquide et montre quelle est la véritable raison de cette similitude inattendue entre deux théories en apparence si différentes.

Les résultats de M. Bachelier nous paraissent présenter de l'intérêt et nous proposons de le remercier de sa Communication.

CORRESPONDANCE.

M. A. Lefranc demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 15 juillet 1902, et contenant l'indication du moyen de diriger à distance, au moyen de la télégraphie sans fil, tout appareil muni d'un moteur sur terre et sur mer.

Dans une Lettre, adressée à M. le Secrétaire perpétuel, il ajoute quelques explications plus détaillées sur le moyen qu'il a imaginé.

Le pli cacheté est ouvert en séance par M. le Président et renvoyé, avec les explications complémentaires de l'auteur, à une Commission composée de MM. Mascart et Cailletet.

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du* 30 *août* 1905 *à Aoste* (*Italie*). Note de Dom F. Jehl, présentée par M. C. Wolf.

Grâce à la pureté ordinaire de l'atmosphère, encore accrue par la pluie de la veille, et à l'absence complète de nuages jusque vers l'horizon, l'observation de l'éclipse du 30 août dernier a pu se faire à notre observatoire dans de bonnes conditions.

L'équatorial de 108^{mm} d'ouverture avait été installé dans une tente au milieu de la cour. Dom M. Amann s'en servit pour observer par projection les contacts de la Lune avec les bords du Soleil et des taches; il marqua aussi fréquemment les points d'intersection des bords des disques solaire et lunaire, pour le calcul de la surface non éclipsée du Soleil.

Les heures des observations sont données en temps moyen de Paris, avec une erreur possible de $\pm 10^s$ par suite d'un accident survenu à la lunette méridienne.

Le premier contact eut lieu à $0^h 13^m 9^s$ et le dernier à $2^h 41^m 34^s$. Les instants des contacts calculés d'après les données de la *Connaissance des Temps* étaient : $0^h 13^m 40^s$ et $2^h 42^m 14^s$, et celui de la plus grande phase (0,832 du diamètre solaire) : $1^h 35^m 21^s$. On a observé le contact du bord de la Lune avec la pénombre de plusieurs taches.

A l'instant où le bord de la Lune allait atteindre le premier noyau d'une de ces taches de latitude $+15°,7$, il se forma un ligament noir, remarqué aussi par Dom Cl. Rozet, qui observait directement à l'équatorial de 170^{mm} d'ouverture (objectif Prazmowski); ce ligament ne se reforma pas lors de la réapparition de cette tache, et aucun des deux observateurs n'en aperçut à l'approche de l'occultation des autres taches. A l'observation directe, les noyaux des taches et le bord de la Lune avaient une teinte violacée d'égale intensité.

Le disque lunaire n'a pu être vu en dehors du Soleil pendant la durée de l'éclipse. Vers le maximum, plusieurs montagnes de la Lune se projetaient très nettement, sans agitation, sur le Soleil, malgré le bouillonnement du bord du disque lunaire.

Les régions voisines du Soleil ont été examinées à l'aide d'un tuyau long de 2^m, en cachant l'astre par un petit disque noirci; mais cette inspection n'a donné aucun résultat, malgré la suppression presque complète de la lumière diffuse.

En examinant au spectroscope adapté à l'équatorial de 170^{mm} le bord concave du croissant lumineux, Dom Cl. Rozet remarqua une particularité qu'il décrit ainsi :

« Vers $1^h 40^m$, la fente du spectroscope, large de quelques dixièmes de millimètre et perpendiculaire au bord solaire, recevait vers son milieu l'extrémité de la corne est du croissant (angle de position 90° environ); les raies spectrales C et D_3, très vives, montrèrent une protubérance de forme nuageuse; toutefois le renversement de C dans sa partie correspondant à la protubérance n'était pas complet, car une raie *noire*, très mince, était visible en son milieu sur toute la longueur de la portion brillante. La raie D_3 était, de même, traversée longitudinalement par une fine raie *noire*, qui lui donnait un aspect non encore remarqué, je crois, jusqu'à ce jour. Les deux raies C et D_3 présentaient alors, en commençant du côté infra-rouge, la disposition suivante : 1° raie large brillante à bords nets; 2° raie noire, fine et nette; 3° raie brillante laissant voir la forme nuageuse de la protubérance. C était visible sous sa largeur normale à chaque bout de la portion lumineuse et D_3, comme de coutume, invisible. L'éclipse de la protubérance, arrêtant l'observation, ne me permit pas de voir si les autres raies de l'hydrogène présentaient la même particularité. Je ne vis rien de semblable à la corne opposée. »

Pendant que Dom Cl. Rozet faisait ses observations, son frère Louis relevait, sous sa direction, toutes les 5 minutes la température indiquée par deux thermomètres semblables à mercure et à réservoirs sphériques exposés au Soleil au milieu de la cour. Afin d'obtenir le maximum d'absorption, l'un de ces thermomètres avait eu son réservoir recouvert d'une couche de noir de fumée. Dom C. Méreau notait, de 10 en 10 minutes, les indications données par un thermomètre et un hygromètre à cheveu installés à l'ombre.

De ces observations ressortent les conclusions suivantes :

1° La descente régulière de la température aux trois thermomètres n'a commencé qu'une demi-heure après le premier contact;

2° Le minimum indiqué par le thermomètre noirci correspond exactement au minimum de surface non éclipsée, tandis que les deux autres thermomètres ne sont arrivés au minimum que 5 et 10 minutes après le moment de la plus grande phase;

3° L'abaissement de la température a été de 9° pour le thermomètre noirci, de 6° pour le thermomètre à boule nue et de 2° seulement pour le thermomètre à l'ombre. Au chalet de Courbatissères (altitude 1750m), M. l'abbé Plassier a observé un abaissement de 3°,5 à l'ombre;

4° L'hygromètre, qui marquait 49°,0 au commencement de l'éclipse, s'est élevé à 51°,0 une demi-heure après le moment de la plus grande phase et est revenu à 49°,0 à la fin de l'éclipse.

Le baromètre n'a accusé aucune variation sensible qui puisse être attribuée à l'influence de l'éclipse.

Le vent d'ouest, assez fort au commencement de l'éclipse, s'apaisa ensuite pour reprendre une demi-heure après le maximum avec une plus grande intensité et par saccades.

L'arrêt brusque dans la descente et la montée de la température, indiqué une demi-heure avant et après le maximum de la phase par le thermomètre noirci, semble avoir été produit par la cessation et la reprise du vent.

L'affaiblissement de la lumière était déjà très sensible moins d'une demi-heure après le commencement de l'éclipse. Vers le maximum, la couleur du ciel se rapprochait du violet et la neige, tombée sur les montagnes voisines la nuit précédente, paraissait grisâtre, comme souillée par un dépôt de fumée de houille. L'aspect général de la nature produisait une impression pénible; les oiseaux avaient cessé leur chant et les hirondelles étaient fort agitées.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles discontinus.* Note de M. **Frédéric Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

1. Un ensemble de points est dit *d'un seul tenant*, s'il ne peut pas être décomposé en deux ensembles, tels qu'aucun point ou point limite de l'un quelconque d'eux ne soit point limite de l'autre. Un ensemble ne contenant aucun ensemble d'un seul tenant est dit *discontinu*. Dans son Mémoire *Sur les fonctions analytiques uniformes* (*Journ. de Math.*, 1905, p. 12), M. Zoretti montre que chaque ensemble parfait discontinu, situé dans un plan, fait partie d'une ligne; il entend par ligne un ensemble parfait d'un seul tenant, ne contenant aucun ensemble superficiel.

Sous cette forme primitive, le théorème servira peu dans les applications.

Mais, en se servant de la notion d'une courbe continue sans point multiple (brièvement *courbe simple*), introduite en Analyse par M. Jordan, on parvient à un théorème plus utile qui éclaircira la topologie des ensembles discontinus.

Envisageons un ensemble plan discontinu E. Avec son dérivé, il forme un ensemble discontinu fermé. Projetons celui-ci sur deux axes, par exemple, rectangulaires. Les deux projections, comme l'a montré M. Baire (*Annali di Math.*, 3e série, t. III, p. 94), seront aussi des ensembles fermés discontinus. Chacun d'eux peut être complété par addition de points, de manière à devenir ensemble parfait discontinu. L'ensemble de tous les points dont les projections appartiennent à ces deux ensembles parfaits est un ensemble plan parfait discontinu. Nous allons montrer qu'il y a une courbe simple, au sens de M. Jordan, contenant cet ensemble *complexe*, et contenant, *a fortiori*, l'ensemble E.

La construction de la courbe repose sur la généralisation d'une idée de M. Osgood (*Transact. of the Amer. math. Soc.*, 1903, p. 107; *voir* aussi LEBESGUE, *Bull. de la Soc. math.*, 1903, p. 200). Parmi les segments des deux axes, contenant tout à fait les ensembles parfaits, il y en a deux qui sont pour leurs axes les plus petits; on les désignera par ab et AB. Les deux ensembles étant parfaits et discontinus, leurs ensembles complémentaires constituent sur chacun des axes un ensemble dénombrable d'intervalles, partout deux sur son segment; deux intervalles du même axe ne se touchent pas. Les deux ensembles dénombrables peuvent être ordonnés de bien des manières; on se fixera pour chacun d'eux un arrangement du type ω. Dans cet arrangement, il y a pour chacun d'eux un intervalle qui est le premier, et un qui est le second; on les désignera par 12,34 et I II, III IV de manière que les points a, 1, 2, 3, 4, b et aussi A, I, II, III, IV, B forment des suites. On désignera par (m, n) le point ayant les points m et n pour projections.

Voulant donc construire la courbe, on prend pour première approximation la ligne brisée

$$(a, \mathrm{A})(1, \mathrm{I})(2, \mathrm{I})(3, \mathrm{A})(4, \mathrm{A})(b, \mathrm{I})(b, \mathrm{II})(4, \mathrm{III})(3, \mathrm{III})$$
$$(2, \mathrm{II})(1, \mathrm{II})(a, \mathrm{III})(a, \mathrm{IV})(1, \mathrm{B})(2, \mathrm{B})(3, \mathrm{IV})(4, \mathrm{IV})(b, \mathrm{B}),$$

formée de segments de droites parallèles aux axes ou diagonales à des rectangles ayant pour sommets des points de l'ensemble complexe. Tout point de l'ensemble complexe appartient à un des rectangles (y compris les frontières), dont les diagonales font partie de la ligne brisée.

Pour avoir une seconde approximation, on conserve les segments de droites parallèles aux axes, mais on remplace les diagonales par des lignes brisées, ayant les mêmes extrémités que les diagonales et construites dans les rectangles, dont elles remplacent les diagonales, de la même manière que nous l'avons fait dans le rectangle

$$(a, \mathrm{A})(a, \mathrm{B})(b, \mathrm{B})(b, \mathrm{A}).$$

Ainsi, par une suite dénombrable d'opérations on définit un ensemble

dénombrable de segments de droites parallèles aux axes. En ajoutant les points limites, l'ensemble formé contiendra notre ensemble complexe. D'autre part, on démontre aisément que l'ensemble ainsi formé constitue une courbe simple (pour plus de détails, *voir* OSGOOD, *loc. cit.*).

On a donc le théorème : *Tout ensemble discontinu, situé dans un plan, fait partie d'une courbe continue sans point multiple, située dans ce plan.*

Le théorème reste exact pour des dimensions quelconques; on le démontre en raisonnant de n à $n+1$; ou aussi directement, par une méthode tout analogue à celle appliquée au cas de l'ensemble plan.

Il suit de notre théorème qu'*au point de vue de l'*analysis situs, *tous les ensembles parfaits discontinus sont équivalents* (*homœomorphes*).

2. Cherchons à attribuer à chaque ensemble E de points un nombre de dimensions, c'est-à-dire un nombre $d(E)$ qui satisfasse aux conditions suivantes :

1° Si l'ensemble E fait partie de l'ensemble E', $d(E) \leqq d(E')$;

2° L'ensemble (E_1, E_2) étant l'ensemble des points contenus au moins dans l'un des ensembles E_1, E_2, on n'a pas en même temps

$$d(E_1, E_2) > d(E_1) \quad \text{et} \quad d(E_1, E_2) > d(E_2);$$

3° L'ensemble complexe formé de deux ensembles de dimensions m et n a la dimension $m+n$;

4° La dimension d'un ensemble reste invariante, si l'on y applique une transformation continue biunivoque de l'espace;

5° La dimension du segment $(0, 1)$ est 1.

Ce *problème des dimensions* peut être résolu. On appellera *ensemble simple à n dimensions* chaque ensemble qui peut être transformé par une transformation continue biunivoque de l'espace de manière à devenir un rectangle à n dimensions, l'ensemble complexe de n segments de droites. Un point unique sera ensemble simple à dimension 0. Cette convention faite, on attribuera à l'ensemble E le nombre de dimensions n, s'il contient des parties partout denses sur des ensembles simples à n dimensions et ne contient aucune partie partout dense sur un ensemble simple à $n+1$ dimensions.

On vérifie aisément que les conventions faites répondent à tous les postulats ci-dessus. Mais on ne sait pas s'il n'y a d'autres conventions y répondant de même. La solution de cette question comporte bien des difficultés; les méthodes employées jusqu'ici pour traiter les ensembles de points n'y

suffisent pas. Mais, pour les ensembles discontinus, le théorème donné nous permet la réponse. Pour la dimension de ces ensembles, on peut, grâce à notre théorème et au postulat 4°, se borner à des ensembles discontinus situés sur une droite. L'ensemble complexe formé de n quelconques de tels ensembles sera lui-même un ensemble discontinu, sera donc situé sur une courbe simple, et sa dimension ne sera pas plus grande que 1. Alors, l'ensemble discontinu E étant de dimension d, on a $nd \leqq 1$, pour chaque nombre positif entier n. D'autre part, d'après 1° et 3°, $nd \geqq d$ pour chaque ensemble de points; donc le nombre de dimensions ne peut jamais être négatif. Alors, d est précisément 0. Ce qui prouve que *chaque ensemble discontinu est nécessairement de dimension* 0.

De là, on conclut, pour une grande classe d'ensembles, l'uniformité de la solution du problème des dimensions. Mais, pour certaines classes d'ensembles, on ne sait rien.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la gravitation.* Note de M. V. **Crémieu**, présentée par M. H. Poincaré.

Les phénomènes d'attraction entre gouttes liquides que j'ai précédemment décrits m'ont amené [1] à effectuer l'expérience de Cavendish en plongeant les masses attirantes fixes et les masses attirées mobiles au sein d'une même masse liquide.

La méthode des oscillations ne pouvant être utilisée, j'ai opéré avec une balance de torsion ayant un zéro stable et susceptible, sous l'action des attractions qu'on lui fait subir, de passer sans oscillation d'une position d'équilibre à une autre. La balance est disposée de telle sorte qu'on peut faire des mesures croisées dans l'air et dans un liquide; on n'a qu'à comparer alors les déviations obtenues sans se préoccuper de faire des mesures absolues.

Il fallait disposer d'une enceinte dans laquelle aucun courant gazeux ou liquide ne puisse prendre naissance.

Trois années d'études préliminaires m'ont amené à réaliser le dispositif que je vais très sommairement décrire.

---

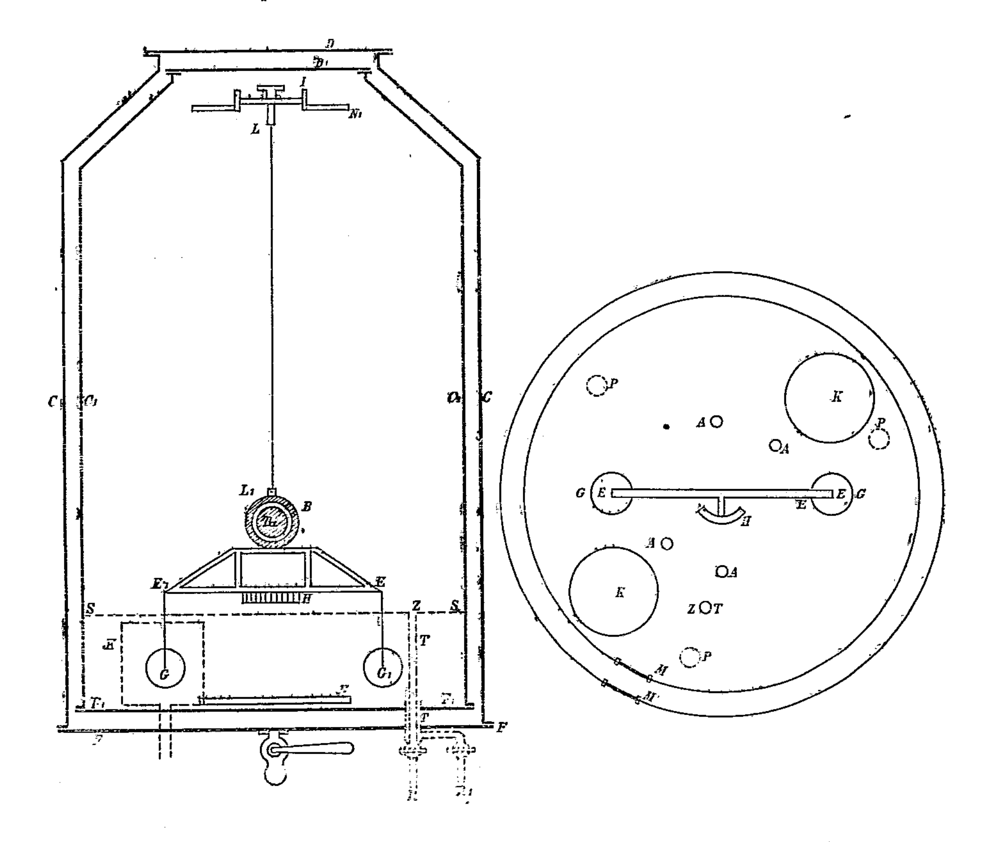
[1] *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 80.

J'ai opéré dans la cave où ont été faites les expériences des gouttes liquides. La stabilité y est parfaite et la température constante et uniforme.

La balance de torsion repose sur un double fond FF_1 en fer étamé épais. Ce double fond est supporté par trois colonnes de fonte PPP fixées par un lit de béton de 1^m d'épaisseur dans le rocher qui forme le sol de la cave.

Deux cylindres concentriques CC, C_1C_1, de $0^m,60$ et $0^m,70$ de diamètre, et $1^m,20$ de hauteur, pesant chacun environ 100^{kg}, viennent, à l'aide de moufles et d'un pont roulant, reposer sur les plaques FF_1 sur lesquelles on les boulonne. Des plaques boulonnées permettent de fermer la partie supérieure des cylindres, et un robinet de remplir d'eau l'intervalle compris entre eux.

La balance de torsion est installée à l'intérieur du second cylindre et placée par suite dans un écran liquide.



Le fil LL_1 qui supporte la balance de torsion est fixé au goniomètre I; celui-ci repose, par l'intermédiaire des plaques NN_1 des colonnes AAAA et de trois vis calantes, sur des plaques crapaudines placées en regard de PPP en même temps que les tirants qui relient entre elles les plaques F et F_1.

Le levier EE, de 402^{mm} de longueur, en aluminium évidé, porte deux sphères en

bronze platiné GG, dont les volumes sont rigoureusement égaux, et pesant chacune environ 1000^g.

Le levier porte de plus une bobine B formant avec une bobine fixe B' un électrodynamomètre permettant de commander la balance après fermeture de la double enveloppe et aussi de mesurer la torsion du fil LL_1 en fonction d'une intensité de courant.

Un miroir H, présentant dix facettes, taillées sur un cylindre de 10^{cm} de diamètre et faisant entre elles des angles de 10°, permet de suivre les mouvements de la balance et d'opérer sans démonter l'appareil, à des distances différentes entre les sphères mobiles et les masses attirantes.

Celles-ci sont formées des deux cylindres creux KK, en bronze nickelé, dans chacun desquels on peut envoyer, par les variations de niveau d'un réservoir, 30^{kg} de mercure.

L'ensemble de ces appareils se trouve dans une salle dont trois parois sont adossées au rocher. La quatrième est fermée par une cloison très épaisse donnant sur une salle où sont installées l'échelle et la lunette d'observation. L'échelle, sur verre, divisée en demi-millimètres, est fixée dans une fenêtre de la cloison, au-dessus d'un solide pilier de briques qui porte la lunette. La distance de l'échelle au miroir est de 413^{cm}, et la lunette permet d'apprécier nettement le dixième de millimètre.

On règle la balance de torsion de façon à faire coïncider la trace du fil L avec le milieu de la distance GG, le milieu de la distance KK et le centre du miroir H. Dans ces conditions, les deux sphères GG viennent rencontrer en même temps les surfaces des cylindres. On lit la division de l'échelle et le numéro de la facette correspondant à ce contact. Alors, connaissant les dimensions des différentes pièces de l'appareil et les angles des facettes H, on peut, par de simples lectures à l'échelle et au goniomètre I, mesurer toutes les distances qui interviendront dans le calcul des déviations, y compris la distance de l'échelle au miroir H.

Pour opérer dans les liquides, on remplit le fond du cylindre intérieur jusqu'au niveau SS à l'aide d'un tube T. La partie centrale de T est traversée par le tube Z qui forme déversoir. En réglant convenablement l'arrivée du liquide on produit par ce déversoir une véritable succion de la surface liquide, ce qui permet de la nettoyer facilement.

Les choses sont disposées de telle façon que les fils EE qui supportent les sphères G percent la surface S en des points dont la distance aux autres parties émergeant de S est, au minimum, de 89^{mm}.

La face supérieure des cylindres K est immergée à 15^{mm} au-dessous du niveau SS.

Pendant la période juin-octobre 1905 j'ai obtenu, avec ces dispositifs, une première série de résultats montrant nettement la possibilité de faire l'expérience de Cavendish dans un liquide. Ces résultats seront publiés prochainement.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le pouvoir inducteur spécifique de la benzine et de l'eau.* Note de M. F. BEAULARD, présentée par M. Lippmann.

D'après l'hypothèse Poisson-Mossotti, relative à la constitution des diélectriques, hypothèse adoptée par Faraday dans ses recherches, un diélectrique peut être regardé comme constitué par des particules sphériques de conductibilité parfaite, disséminées dans un milieu isolant parfait, de telle sorte que, dans un champ électrique, les seules particules sphériques se polarisent. Si maintenant on néglige, avec Poisson, l'action réciproque des particules conductrices par induction mutuelle, en les regardant comme assez éloignées les unes des autres pour ne pas réagir, il est évident que la direction de polarisation électrostatique de chacune d'elles est constamment parallèle à la direction du champ inducteur et que, par suite, le diélectrique se trouve en équilibre, quelle que soit sa situation relativement aux lignes de force du champ polarisant : en particulier aucun mouvement de rotation ne peut avoir lieu. Or l'expérience montre qu'il n'en est rien; L. Græetz et L. Fomm ont signalé un phénomène de polarisation en contradiction avec l'hypothèse fondamentale de la théorie de Poisson-Mossotti : un corps placé dans un champ électrostatique uniforme, et dissymétriquement par rapport aux lignes de force, subit un mouvement de rotation qui tend à disposer dans la direction du champ la plus grande dimension du corps (*Wied. Ann.*, t. LIII, 1894). Il est facile de se rendre compte qu'il doit en être ainsi; en effet, les particules sphériques polarisées dans le champ réagissent les unes sur les autres, de telle façon que les axes d'électrisation de chacune des sphères ne sont, en réalité, ni parallèles entre eux, ni parallèles aux lignes de force du champ; les sphères conductrices, considérées isolément, ne sont donc pas en équilibre; chacune d'elles est soumise à un couple partiel; l'ensemble de tous ces couples donne donc un couple résultant qui tend à placer l'axe moyen commun du système, c'est-à-dire la direction de l'axe résultant d'électrisation, parallèlement aux lignes de force du champ. Ainsi une conséquence

des réactions réciproques des particules sphériques est que la direction de l'axe de polarisation résultant, pour un corps dissymétriquement placé dans le champ électrique, ne coïncide pas avec la direction de la force, mais se rapproche de l'axe de plus grande susceptibilité de polarisation, qui coïncide en général avec la plus grande dimension du corps.

J'ai utilisé la relation donnée par L. Græetz pour déterminer la constante diélectrique des liquides; à cet effet, le liquide étudié est introduit à l'intérieur d'un mince ellipsoïde en verre; le champ électrique utilisé est un champ hertzien; il est facile de voir que, grâce aux inversions rapides, les charges libres que peut posséder le diélectrique sont sans action; il n'en est pas de même de l'hystérésis, surtout avec le verre, mais on réduit son effet au minimum en observant par la méthode du miroir, et déduisant α des premières élongations.

La self-induction des fils du champ de concentration, qui relient les bornes de la bobine d'induction aux armatures du condensateur, et la capacité de celui-ci, permettent de trouver la longueur d'onde de l'oscillation électrique, à laquelle se rapporte K.

La longueur de l'étincelle au micromètre explosif, placé en dérivation sur les fils, permet de calculer la différence de potentiel efficace.

Pour tenir compte de l'effet dû à l'enveloppe vitreuse, on fait chaque fois une expérience à vide, et, comme l'enveloppe est mince, on admet qu'il y a simplement addition des effets quand on remplit le récipient ellipsoïdal.

J'ai opéré avec de la benzine pure (traces de thiophène); l'angle α est de l'ordre du quart de degré; pour une longueur d'onde de 50^{m} environ, j'ai trouvé

$$K = 1,700 \quad (1^{re} \text{ série, 16 expériences}),$$
$$K = 1,615 \quad (2^{e} \text{ série, 8 expériences}),$$

ce qui donne une moyenne $K = 1,657$; il semble en résulter que, pour cette longueur d'onde, le pouvoir inducteur de la benzine passe par un minimum.

J'ai également opéré avec de l'eau aussi pure que possible; j'ai trouvé $K = 11,04$, nombre bien plus faible que le nombre admis d'ordinaire; on trouverait peut-être l'explication de cette divergence dans l'intervention de la capacité de polarisation, qui n'intervient pas dans mes expériences, et qui, dans les méthodes d'oscillations fermées sur des condensateurs formant électrodes, peut intervenir pour fausser le résultat; il est à remarquer que les travaux de Drude conduisent à admettre, pour de pareilles longueurs d'onde, un affaiblissement de la constante diélectrique.

Je me propose, pour éviter les effets d'hystérésis, de reprendre ces expressions avec un récipient ellipsoïdal en quartz.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la chaleur spécifique des solutions de sulfate de cuivre.* Note de M. P. Vaillant, présentée par M. J. Violle.

La méthode de mesure de la chaleur spécifique employée dans les expériences que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie est la méthode de Joule, dans laquelle la spirale métallique que traverse le courant et qui sert à l'échauffement du calorimètre est remplacée par le filament d'une lampe à incandescence. La substitution de la lampe à la spirale de fil permet de rendre la méthode applicable aux liquides conducteurs.

Sur le fond du vase intérieur d'un calorimètre Berthelot repose horizontalement une lampe de 10 bougies à 120 volts, de la forme dite « flamme ». Le culot de la lampe a été enlevé et les deux extrémités du filament directement soudées à des fils isolés au caoutchouc et engainés sur toute la hauteur du vase dans un tube de verre que ferme aux deux bouts du mastic Golaz.

Ce même vase contient un litre de la solution à étudier, un agitateur à ailettes mis en mouvement par une petite dynamo et un thermomètre Beckmann au centième. On s'est rendu compte que le frottement de l'agitateur sur le liquide ne produisait pas pendant la durée des expériences d'effet calorifique sensible.

Dans la lampe passe un courant de 0,2 ampère mesuré par un ampèremètre de précision Siemens et fourni par une batterie de 60 accumulateurs; la différence de potentiel aux bornes de la lampe, évaluée au potentiomètre, varie d'une expérience à l'autre de quelques dix-millièmes; ces variations sont d'ailleurs de même sens que les variations de force électromotrice de la batterie, en sorte que les variations correspondantes du courant, trop faibles pour être décelées par l'ampèremètre, peuvent être calculées en admettant que la résistance de la lampe reste constante.

La mesure consiste à évaluer le nombre de joules à fournir au calorimètre pour faire monter le niveau du mercure dans le Beckmann de 100 divisions exactement, pour élever sa température de 14°,69 à 15°,73C. Le thermomètre est examiné à travers la lunette d'un cathétomètre. Le début et la fin de l'expérience sont inscrits par un chronographe Hipp qui inscrit en même temps les oscillations du balancier d'une horloge à contacts électriques.

L'approximation des mesures est à peu près de l'ordre du millième, ainsi qu'il ressort de la série de mesures comparatives suivante, donnant la valeur en eau du calorimètre dans lequel on a mis un litre d'eau distillée.

1089,8	1092,6	1089,8
1089,8	1089,2	1088,0
1090,5	1088,2	1088,6

Cela posé, on a déterminé par ce procédé la chaleur spécifique d'une série de solutions de sulfate de cuivre :

Nombre d'équiv. gr. par litre.	Chaleur spécifique.
0,7856	0,9325
1,3425	0,8893
1,6499	0,8709
2,0113	0,8478
2,3510	0,8288
2,7213	0,8094

On peut d'ailleurs considérer la chaleur fournie à la solution comme la somme des quantités de chaleur absorbées par le dissolvant et le corps dissous. Or, si l'on calcule, d'après cette loi d'addition, la chaleur spécifique de la molécule $CuSO^4$, on arrive à des valeurs négatives (résultat déjà obtenu par Thomsen et Marignac). Mais il n'en est plus de même si l'on suppose que, dans la solution, le sulfate existe à l'état de molécules hydratées $CuSO^4, 5H^2O$. On calcule pour chaleur spécifique rapportée à cette molécule la série des valeurs :

Nombre d'équivalents par litre.	Poids de $CuSO^4, 5H^2O$.	Poids d'eau.	Chaleur spécifique de $CuSO^4, 5H^2O$.
0,7856	83^{g},2	975^{g},3	0,1406
1,3425	163,3	935,1	0,2554
1,6499	200,7	919,5	0,2765
2,0113	244,7	900,7	0,2876
2,3510	286,0	883,5	0,3000
2,7213	316,2	879,3	0,2796

La chaleur spécifique du sulfate dissous croît d'abord rapidement avec la concentration, puis semble passer par un maximum. Ces variations peuvent s'expliquer par une triple influence :

En premier lieu, l'augmentation du volume moléculaire du corps dissous avec la dilution, qui a pour effet de diminuer sa chaleur spécifique;

En second lieu, la dissociation électrolytique, qui libère l'eau d'hydratation et produit un effet de même sens que le précédent;

Enfin, le passage du degré d'hydratation $5H^2O$ à un état d'hydratation inférieur, qui tend à diminuer la chaleur spécifique aux fortes concentrations.

La chaleur spécifique de la molécule $CuSO^4, 5H^2O$ calculée par la loi de Kopp est 0,2832.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la composition du colloïde hydrochloroferrique en fonction de la teneur en* HCl *du liquide intermicellaire.* Note de M. **G. Malfitano**, présentée par M. E. Roux.

En partant d'une solution à $0^g,5$ pour 100 de perchlorure de fer sublimé que l'on a chauffée à l'autoclave entre 100° et 115° pendant 15 à 30 minutes, on obtient un colloïde dont la composition peut être représentée par la formule $Hn(Fe^2O^6H^6)Cl$. En filtrant au travers du collodion, on retient une grande partie au moins de ce corps, que j'appellerai *colloïde hydrochloroferrique*. En lavant le résidu qui reste sur la membrane avec de l'eau (de conductibilité $k = 1,5 \times 10^{-6}$) on le débarrasse du perchlorure de fer qui n'était pas décomposé et de la plus grande partie de l'HCl produit par l'hydrolyse. L'expérience a montré qu'il faut renoncer à obtenir de ce corps une solution pure au sens ordinaire du mot, car les micelles du colloïde n'ont pas toutes la même composition et leur milieu contient toujours de l'HCl. Nous allons voir qu'en faisant varier la concentration en HCl du liquide intermicellaire on fait varier aussi la constitution des micelles.

On dose le Cl et le Fe dans une préparation de colloïde lavé, qui contient par exemple 1,57 pour 100 de Fe et 0,16 pour 100 de Cl. Cette solution donne par filtration au travers du collodion un liquide qui est une solution pure de HCl et où le dosage accuse 0,01 pour 100 de Cl. La liqueur entière contient donc $14017.10^{-6}Fe^2$ et $4225.10^{-6}Cl$ sous forme colloïdale, ce qui permet de représenter la distribution des radicaux de la façon suivante : $4225H3,3(Fe^2O^6H^6)Cl + 281HCl$ (¹).

Si l'on centrifuge longtemps ou à une grande vitesse cette solution et que l'on sépare les couches supérieures des couches inférieures, l'analyse montre que dans les

(¹) On a dosé le Cl en évaporant à sec 100^{cm^3} de la liqueur en présence d'un excès de soude; le résidu chauffé doucement jusqu'à fusion a été redissous dans HNO^3 et reprécipité par NH^3 et l'on a pesé AgCl. Le Fe a été dosé sur une autre portion directement précipitée par NH^3 et pesé sous forme de Fe^2O^3. Si l'on devait attribuer les chiffres fractionnaires à des erreurs, il faudrait admettre que l'on ait pesé $0^g,21$ de Fe^2O^3 en plus ou $0^g,64$ de AgCl en moins, ce qui est inadmissible. Tandis qu'il est facile de montrer que ces formules expriment la composition moyenne de particules différentes.

premières sont contenus

$$4185\,H2,8(Fe^2O^6H^6)Cl + 281\,HCl,$$

et en bas il y a

$$4275\,H3,5(Fe^2O^6H^6)Cl + 281\,HCl.$$

J'en conclus que l'on a affaire à un mélange de particules

$$H2(Fe^2O^6H^6)Cl, \quad H3(Fe^2O^6H^6)Cl, \quad H4(Fe^2O^6H^6)Cl.$$

Si, après avoir filtré une portion exactement mesurée de cette solution colloïdale, on reprend le résidu resté sur la membrane de collodion avec de l'eau de conductibilité et que l'on filtre de nouveau, on obtient un liquide qui contient 0,0055 Cl pour 100 et la formule moyenne que l'on peut attribuer aux micelles devient

$$H3,5(Fe^2O^6H^6)Cl.$$

En répétant l'opération, on enlève toujours des fractions de HCl qui deviennent de plus en plus faibles, mais qui ne sont à aucun moment négligeables. Je suis arrivé, après des lavages répétés une douzaine de fois, à obtenir des micelles dont la composition peut être représentée par $H7,5(Fe^2O^6H^6)Cl$ baignant dans un liquide dont la teneur en HCl devait être inférieure à $0^{mg},1$ pour 100, car leur conductibilité était de l'ordre 10^{-5}.

Si l'on dilue différemment la même solution on obtient par filtration des liquides contenant des quantités différentes de HCl. De sorte que, dans la dilution avec 1^{vol} d'eau, la composition des micelles est $H3,4(Fe^2O^6H^6)Cl$, dans celle avec 3^{vol} elle est $H3,6(Fe^2O^6H^6)Cl$, avec 9^{vol} $H3,7(Fe^2O^6H^6)Cl$ et avec 19^{vol} $H4,1(Fe^2O^6H^6)Cl$.

Si l'on chauffe la solution colloïdale, le liquide intermicellaire s'enrichit en HCl aux dépens du colloïde et d'autant plus que la température à laquelle on l'a exposé a été plus élevée.

De nombreuses séries d'expériences que j'ai exécutées il résulte que :

Les micelles mises en contact avec de nouvelles portions d'eau, soit que l'on dilue la préparation entière, soit qu'après les avoir séparées de leur milieu par filtration on les délaye de nouveau dans de l'eau très pure, perdent des fractions variables d'une façon continue de leur électrolyte, qui se retrouve dans le liquide intermicellaire.

La quantité d'électrolyte qui se sépare est en rapport avec la quantité et la composition du colloïde, elle est proportionnelle à la quantité d'eau et augmente avec la température.

Il suffit donc de diluer tant soit peu une solution de ce colloïde ou d'en changer de quelques degrés la température pour faire varier la composition des micelles. Tout se passe comme si le système $Hn(Fe^2O^6H^6)Cl$ était sollicité à se trouver en équilibre avec le liquide dans lequel il baigne. En

lui cédant des fractions de leur électrolyte, les micelles diminueraient en nombre et elles auraient une masse plus grande. Les changements dans les propriétés physiques du colloïde corroborent cette opinion, car, au fur et à mesure que la teneur en électrolyte diminue, la conductibilité diminue aussi plus vite, sans que la quantité de fer soit changée, l'opacité de la liqueur augmente, les micelles deviennent plus volumineuses, leur stabilité en solution devient précaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques oxydes d'éthylène aromatiques.* Note de MM. **Fourneau** et **Tiffeneau**, présentée par M. Haller.

Dans une première Note [1] nous avons décrit plusieurs oxydes d'éthylène et signalé leur plus ou moins grande aptitude à subir l'isomérisation en aldéhydes ou cétones sous l'influence de la chaleur ou des acides. Cette étude a été poursuivie dans trois séries d'oxydes d'éthylène aromatiques : les monosubstitués $Ar - CH^2 - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$, les dissubstitués symétriquement $Ar - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH} - CH^3$ et les dissubstitués dissymétriquement $Ar(CH^3) - \underset{\diagdown O \diagup}{C - CH^2}$.

Oxydes d'éthylène monosubstitués. — Outre l'oxyde d'allylbenzène et l'oxyde d'estragol déjà décrits par nous [2] nous avons préparé l'oxyde de méthyleugénol bouillant vers 165°-170° sous 15^mm et l'oxyde de safrol distillant vers 160°-165° sous 15^mm. Ces oxydes se transforment incomplètement par distillation à la pression ordinaire ou par le bisulfite de soude en aldéhydes $Ar - CH^2 - CH^2 - CHO$. On obtient en effet, avec ces divers oxydes, l'aldéhyde hydrocinnamique bouillant vers 105°-108° sous 15^mm (semicarbazone fusible à 127°), l'aldéhyde paraméthoxyhydrocinnamique

$$OCH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CH^2 - CHO$$

bouillant vers 263°-265° (semicarbazone fusible à 184°); l'aldéhyde diméthoxyhydro-

(1) Fourneau et Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1595.

(2) L'oxyde d'estragol distille vers 258°-262° en donnant un composé aldéhydique (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 79).

cinnamique $(OCH^3)^2_{3.4}C^6H^3 - CH^2 - CH^2 - CHO$ (semicarbazone fusible à 185°) et l'aldéhyde méthylène dioxyhydrocinnamique dont la semicarbazone fond à 196°.

Oxydes d'éthylène symétriquement dissubstitués $Ar - CH - CH - CH^3$ (les deux CH reliés par O).

Chez tous ces oxydes l'isomérisation s'effectue de la façon suivante:

$$ArCH - CH - CH^3 \ (\text{pont } O) \rightarrow Ar - CH^2 - CO - CH^3$$

L'oxyde de phénylpropylène déjà décrit par nous peut être distillé à la pression ordinaire (vers 203°-208°) en donnant de la phénylacétone combinable au bisulfite de soude (ébullition 214°-215°, semicarbazone fusible à 198°). Les oxydes d'anéthol et d'isosafrol tout récemment décrits par Höring (¹) nous ont fourni comme à cet auteur l'un l'acétone anisique $OCH^3 - C^6H^4 - CH^2 - CO - CH^3$, l'autre la méthylène dioxyphénylacétone. L'oxyde de méthylisoeugénol donne la diméthoxyphénylacétone dont la semicarbazone fond à 205°.

Oxydes d'éthylène dissymétriquement dissubstitués. — L'un de nous, seul (²) ou en collaboration avec M. Béhal (³), a montré que ces oxydes se transforment très facilement en aldéhydes hydratropiques d'après l'équation

$$Ar(CH^3) - C - CH^2 \ (\text{pont } O) \rightarrow Ar(CH^3) - CH - CHO.$$

En résumé, les oxydes d'éthylène aromatiques monosubstitués tels que $C^6H^5 - CH - CH^2$ (pont O) (⁴) et $Ar - CH^2 - CH - CH^2$ (pont O) ne sont que partiellement isomérisés par l'action de la chaleur en aldéhydes $C^6H^5 - CH^2 - CHO$ et $Ar - CH^2 - CH^2 - CHO$. Les oxydes d'éthylène dissubstitués symétriques ou dissymétriques s'isomérisent au contraire facilement, les premiers en arylacétones et les autres en aldéhydes $Ar - CH(CH^3) - CHO$.

Aucune de ces isomérisations n'est accompagnée de migrations moléculaires.

(¹) Höring, *Berichte der chem. Gesell.*, t. XXXVIII, p. 2296.

(²) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1458.

(³) Béhal et Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CLXI, p. 597.

(⁴) Fourneau et Tiffeneau, *loc. cit.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles recherches sur le développement des plantes vertes, en inanition de gaz carbonique, dans un sol artificiel amidé.* Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré que, dans un sol convenablement amidé, à dose non toxique, on peut faire développer des plantes vertes maintenues en inanition de gaz carbonique atmosphérique. Les plantes quintuplent, décuplent parfois leur taille, multiplient leurs feuilles, créent des tissus normaux ([1]).

Pour faire cette preuve, nous avons mis les plantes, sous cloche hermétiquement close, en présence de la baryte. Celle-ci doit assurer l'inanition de gaz carbonique en absorbant le gaz carbonique de la respiration et celui que la terre artificielle pourrait éventuellement produire.

Or, on peut objecter que, malgré la présence de la baryte, il reste sans doute dans l'atmosphère de la cloche une petite quantité de gaz carbonique peut-être suffisante pour rendre compte de la croissance de la plante.

A vrai dire, s'il ne s'agissait que du gaz carbonique respiratoire, l'objection resterait sans valeur. Il suffit en effet que la plante fasse recette pour qu'on soit assuré qu'elle a trouvé une *autre source* de carbone que celle de sa propre respiration.

Mais si, d'aventure, la terre dégageait elle-même du gaz carbonique, ce que l'on peut craindre, malgré les précautions prises, la question de l'efficacité de la baryte pour l'inanition de la plante en gaz carbonique se poserait entièrement.

Voici des expériences qui tranchent cette question :

Trois pots sont préparés avec la même terre artificielle (sable calciné et mousse artificielle) minéralisée par la formule de Detmer. *Cette terre a été exposée pendant plusieurs semaines à l'air libre,* sans aucun soin de stérilisation et arrosée à l'eau ordinaire. A et C reçoivent le mélange amidé; B n'en reçoit pas. Dans A et B on sème une trentaine de graines de Basilic; C n'est pas semé; ce sera un témoin de carbonatation.

Les plantules se développent normalement. Lorsqu'elles ont une taille suffisante (4^{cm}), on place les trois pots sous cloche en présence de la baryte.

([1]) Jules Lefèvre, *Sur le développement des plantes vertes à la lumière, en l'absence complète de gaz carbonique, dans un sol artificiel contenant des amides* (*Comptes rendus,* 17 juillet 1905).

Voici le résultat au bout de 15 jours :

Le lot A, *amidé,* s'est développé rapidement;

Le lot B, *sans amides,* est resté stationnaire et commence à s'étioler;

Le pot C a montré dès le premier jour et a donné sans interruption *une légère carbonatation.*

Si l'échantillon C a dégagé régulièrement de l'acide carbonique, il en est sans doute de même pour A et B. On s'en assure en soumettant les terres de ces deux derniers pots, sans plantes, à une épreuve *directe* de carbonatation. Ces terres dégagent effectivement un peu de gaz carbonique, environ 15$^{cm^3}$ par jour.

La conclusion est claire :

Les terres de A et B, non stérilisées, ont dégagé l'une et l'autre un peu de gaz carbonique dans la cloche à baryte. Malgré cela le lot B a refusé de se développer, tandis que le lot A à amide se développait rapidement. Donc :

1° *Un faible dégagement de gaz carbonique n'a pas d'influence sensible sur le développement des plantes vertes mises sous cloche, en présence d'une grande quantité de baryte;*

2° *Au contraire, un sol convenablement amidé permet le développement de ces plantes.*

Ainsi, même dans les conditions les plus défavorables, l'inanition de gaz carbonique sous cloche est assurée par la baryte.

Cette expérience contient un autre enseignement.

La terre de B dégage du gaz carbonique; les racines entrent forcément en contact avec ce gaz; malgré cela le lot B ne se développe pas. Nous pouvons donc, avec certitude, accepter nous-même, comme Moll (¹) et Cailletet, la conclusion suivante :

Le gaz carbonique du sol n'est pas absorbé par les racines; en tout cas, s'il est absorbé par cette voie, il n'est pas utilisé par la plante.

ANTHROPOLOGIE. — *Analyse de quelques grandeurs du corps de l'homme et de la femme chez les Tsiganes.* Note de M. **Eugène Pittard**, présentée par M. A. Laveran.

Pour l'analyse qui va suivre, 780 hommes et 430 femmes, appartenant à ce groupe ethnique si intéressant et si peu connu, ont été étudiés. Tous ces

(¹) Moll, *Ann. agron.*, t. IV, 1878.

Tisganes proviennent de la péninsule des Balkans, principalement de la Dobroudja où nous les avons examinés au cours de quatre campagnes scientifiques. L'origine de ce peuple, qu'on a cherché à apparenter aux Indous du nord-ouest, est encore inconnue. Nous avons publié à son sujet quelques Notes préliminaires dans quelques Revues.

Les conclusions de nos recherches peuvent se résumer de la manière suivante :

Il existe, chez les Tsiganes, une différence sexuelle de taille de 11^{cm} environ au profit de l'homme (hommes, $1^m,64$; femmes, $1^m,53$). C'est dans les hautes et dans les faibles statures que la différence sexuelle est la plus évidente. C'est dans les statures moyennes que cette différence s'atténue le plus.

La différence sexuelle de la taille porte beaucoup moins sur la hauteur absolue du buste que sur la longueur absolue du membre inférieur. La femme se rapproche donc davantage de l'homme par son buste que par sa jambe.

Relativement à la taille, le membre inférieur est moins grand chez la femme que chez l'homme. Par contre, son buste est relativement plus grand.

Le crâne de la femme est relativement plus développé dans le sens antéro-postérieur (aussi bien par le diamètre antéro-postérieur lui-même que par le diamètre métopique) et dans le sens transversal, que le crâne de l'homme, suivant les mêmes dimensions. La femme est à l'homme comme 101,57 (D. A. P.), 102,31 (D. M.), 102,90 (D. T.) est à 100.

Par contre, il est moins développé, relativement et absolument, dans le sens de la hauteur (diamètre auriculo-bregmatique). La femme est à l'homme comme 96,5 est à 100.

La hauteur du visage (ophryo-mentonnier) et la hauteur approximative du corps de la mandibule sont, absolument et relativement, plus petites chez les femmes que chez les hommes. Il en est de même pour les autres dimensions du visage.

La longueur du nez est fonction de la longueur de la taille. Les individus les plus grands sont en même temps les plus leptorrhiniens.

La longueur relative du nez est à peu près la même dans les deux sexes. Sous ce rapport, la femme est à l'homme comme 99,61 est à 100.

La région ophryaque est moins développée, absolument et relativement, chez la femme que chez l'homme.

La longueur de l'oreille est à peu près la même, relativement, dans les deux sexes. La petitesse de l'oreille, qu'on signale souvent dans les descriptions de la femme, n'est qu'une apparence.

En résumé et en nous en tenant aux seules mesures indiquées ci-dessus, la femme tsigane est surtout différente de l'homme par les caractères suivants :

La taille, le membre inférieur, le crâne dans sa hauteur, la hauteur du

visage, la hauteur approximative de la mandibule sont, chez elle, absolument et relativement plus petits.

Le buste, le crâne dans son diamètre sagittal (D. A. P. et D. M.) et dans son diamètre transversal, sont relativement plus grands.

Quant à la longueur du nez et à celle de l'oreille, elles sont relativement les mêmes dans les deux sexes.

Toute une série de grandeurs restent à étudier.

Les constatations ci-dessus sont à rapprocher de celles du même ordre, obtenues sur d'autres groupes humains.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sérothérapie de l'hémophilie.* Note de M. **P.-Émile Weil**, présentée par M. Lannelongue.

Ayant corrigé *in vitro* le vice de coagulation présenté par l'hémophile dont nous avons rapporté le cas précédemment, nous avons injecté dans les veines de ce malade des sérums humain et bovin. Voici les résultats de notre expérience.

I. — *Coagulation du sang pris au doigt.*	II. — *Coagulation du sang pris dans les veines du coude.*
19 mai 1905.	Coagulation plasmatique commence *à la 25e minute,* s'achève rapidement après sédimentation des globules rouges. Rétraction lente du caillot au bout de deux heures. Sérum normal.
24 mai.	Même type de coagulation. Coagulation *de la 25e minute à la 75e minute.* Rétraction au bout de 14 heures. Sérum normal. (L'hémorragie gingivale a cessé le 20 mai.)
2 juin.	Coagulation plasmatique, *de la 20e à la 25e minute.* Rétraction lente. Pas de sérum exsudé.
6 juin. *Injection intra-veineuse de 15cm³ de sérum de bœuf.*	
8 juin. La piqûre du doigt fournit du sang, qui s'arrête spontanément de couler au *bout de 3 minutes. In vitro, coagulation en 3 minutes.* Caillot rouge normal, avec	Coagulation *en 5 à 10 minutes.* Sédimentation des globules rouges à peine ébauchée. Rétraction du caillot au bout de 2 heures. Sérum normal.

rétraction et exsudation normale du sérum.	
14 juin. Arrêt spontané de l'hémorragie, qui est assez abondante. *In vitro, coagulation à la* 7e *minute.* Caillot se rétracte et exsudation à la 15e minute; pas de sédimentation.	Coagulation commencée *à la* 10e *minute, se termine à la* 20e *minute.* Imperceptible couenne blanchâtre. Exsudation et rétraction normale à la 35e minute.
14 juin. *Injection intra-veineuse de* 10^{cm^3} *de sérum humain.*	
19 juin. On obtient difficilement du sang au doigt par piqûre, à peine une dizaine de gouttes. *Coagulation presque immédiate.* Le lendemain traces de sérum.	Le sang s'écoule plus lentement à travers l'aiguille plantée dans la veine. On ne peut en recueillir que deux tubes de 3^{cm^3}, tandis qu'on en obtenait auparavant indéfiniment. Le *sang se coagule spontanément dans l'aiguille.* *In vitro,* coagulation normale *entre* 6 *et* 12 *minutes* sans sédimentation. Rétraction et exsudation normales.
5 juillet. Écoulement plus facile. *Coagulation en* 6 *à* 10 *minutes* sans sédimentation. Rétraction à la 20e minute. Sérum normal.	Ecoulement plus facile. Coagulation sans sédimentation, *entre la* 6e *et la* 30e *minute.* Exsudation à la 65e minute dans le tube nº 2, au bout de 2 heures dans deux autres, normale.
29 juillet. Écoulement plus facile à la piqûre. Coagulation sans sédimentation *à la* 8e *minute.* Exsudation sérique à la 45e minute, normale.	Coagulation sans sédimentation, commence *à la* 20e *minute, se termine à la* 45e *minute.* Exsudation de sérum commence aussitôt. Rétraction normale.
31 juillet. Écoulement facile. Coagulation sans sédimentation, commencée *à la* 20e *minute, terminée à la* 35e *minute.* Exsudation à la 55e minute. Caillot friable, sérum normal.	Coagulation commence sans sédimentation *à la* 25e *minute, terminée à la* 55e *minute.* Le caillot se rétracte mal d'abord; le lendemain, beaucoup de globules rouges se sont détachés du caillot et sont tombés au fond du tube. Sérum normal.
31 juillet. *Injection intra-veineuse de* 15^{cm^3} *de sérum de bœuf.*	
7 août. Il faut faire trois piqûres pour obtenir du sang, qui s'écoule péniblement. Coagulation *in vitro en* 15 *minutes.* Pas d'exsudation de sérum.	Écoulement plus lent. L'*aiguille se bouche après un écoulement de* 5^{cm^3}. *In vitro, coagulation à la* 8e *minute,* sans sédimentation, *se termine à la* 25e *minute.* Caillot légèrement friable. Rétraction et exsudation normales de sérum.

Nous croyons pouvoir en déduire les conclusions suivantes :

a. L'injection intraveineuse de sérum normal agit sur tous les éléments

qui constituent l'écoulement et l'arrêt du sang hémophile, au niveau des vaisseaux et des tissus.

A la veine, l'écoulement est plus lent, et l'arrêt du sang se fait spontanément; le sang pris au doigt coagule normalement.

b. L'injection intraveineuse de sérum bovin agit comme celle du sérum humain sur le vice de coagulation des hémophiles; mais l'action du sérum humain est plus forte.

c. La vaccination du sang hémophilique, obtenue par ce traitement, n'est que passive. L'action du sérum, nette au bout de 48 heures, diminue après 10 jours; après 5 semaines, la coagulation redevient anormale par sa durée, mais non par sa forme.

A deux reprises nous avons obtenu des résultats nets et concordants, de sorte que l'action des sérums sur le sang hémophilique nous paraît indéniable *in vitro* comme *in vivo*.

d. De ces recherches résulte que le vice de coagulation hémophilique, attribué par les uns aux tissus, par les autres au sang, appartient bien au sang même.

e. Au point de vue thérapeutique, nous n'avons pas eu à utiliser notre méthode pour arrêter des hémorragies d'hémophile; mais son action préventive et curatrice nous fut prouvée par notre malade, qui, le 25e jour après notre dernière injection, se fit arracher une dent, et qui, pour la première fois de sa vie, après un traumatisme, n'eut pas de perte de sang plus forte que celle d'un homme normal.

OCÉANOGRAPHIE. — *Distribution des sédiments fins sur le lit océanique.* Note de M. J. **Thoulet**.

La mesure des dimensions des grains constituant un fond sous-marin et l'évaluation des proportions des diverses grosseurs de ces grains renseignent sur la genèse du fond lui-même au point considéré et sur la circulation des eaux profondes sus-jacentes à son gisement.

J'ai exécuté de nombreuses expériences synthétiques ayant pour objet de déterminer la vitesse des courants d'eau capables soit de maintenir en suspension, soit d'entraîner verticalement ou horizontalement des grains minéraux de nature et de dimensions connues. J'ai continué ces mesures à l'aide d'un appareil constitué par un axe vertical, installé dans un vase en

verre cylindrique rempli d'eau, et muni d'ailettes susceptibles de tourner avec une vitesse mesurable au-dessus d'une rigole circulaire où avaient été préalablement déposés des sédiments à grains de dimensions variées et connues d'avance. J'ai encore employé un tube vertical se continuant en siphon que l'on immerge en partie dans un liquide contenant des grains minéraux et dont le débit, entraînant des sédiments de dimensions mesurées, était lui-même mesurable.

Au sein de l'Océan aérien comme au sein de l'Océan marin, un grain ne se dépose sur le sol que lorsque le courant d'air ou d'eau dans lequel il est plongé possède une vitesse inférieure à celle suffisante pour l'entraîner. Et, d'autre part, un grain déjà déposé sera emporté dès que le courant gazeux ou aqueux qui le baigne atteindra la vitesse d'entraînement.

Il résulte des diverses expériences indiquées précédemment qu'une particule minérale immergée est emportée de la surface du sol où elle repose, ou demeure immobile au sein du liquide, par un courant horizontal ou vertical possédant une vitesse sensiblement égale à celle avec laquelle tombe ce grain minéral dans le liquide dont il s'agit maintenu en repos. Dans ces conditions, un échantillon quelconque ayant été recueilli sur le fond de l'Océan, pourvu que l'eau récoltée immédiatement au-dessus de lui ait été reconnue limpide, il suffira de laisser tomber un fragment de l'échantillon à travers de l'eau de mer et de mesurer la vitesse de chute des grains, pour être assuré que, *in situ,* l'eau ne pouvait être animée que d'une vitesse inférieure à celle capable à la fois d'empêcher les grains les plus petits de se déposer et de les enlever si, pour une cause quelconque, il leur avait été possible de se déposer antérieurement.

Or, l'expérience prouve que, en particulier, l'argile calcaire, dans de l'eau de mer en repos, ne descend qu'avec une vitesse de 40^{mm} à l'heure, soit 1^{m} environ par journée de 24 heures. Dans les mêmes conditions, l'argile pure résistant aux acides faibles et provenant de fonds marins descend au moins cinq ou six fois plus lentement. Enfin, sur plus d'une centaine d'échantillons d'eaux recueillis immédiatement au-dessus du fond par le Prince de Monaco, deux seulement étaient troubles, circonstance d'ailleurs expliquée, dans un cas (archipel du cap Vert), par la présence d'algues chromacées et dans l'autre (golfe de Gascogne), la matière en suspension étant de l'argile, par une onde sous-marine de tremblement de mer en train de se propager. Ces deux cas sont donc tout à fait exceptionnels.

On en conclut que là où se trouvent ces argiles contenues dans des vases abyssales, c'est-à-dire sur la presque totalité du lit océanique, l'eau balayant le fond ne possédait pas la vitesse de 1^{m} par jour. Par conséquent, admettre la circulation profonde en nappe massive des eaux océaniques entre les pôles et l'équateur revient à admettre qu'une molécule liquide effectue ce trajet en 10 millions de jours, soit plus de 27 000 ans. Cette considération

apporte une preuve nouvelle à l'encontre de l'existence de cette circulation.

On en conclut aussi que l'argile calcaire ou non calcaire provenant des continents, en conséquence de l'érosion des rivages ou de l'apport des fleuves, obéissant au moindre mouvement des flots, est emportée à une distance infiniment grande de son lieu d'origine et, par suite, se distribue uniformément, après un temps extrêmement long, sur le lit tout entier de l'Océan.

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 OCTOBRE 1905.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les SECRÉTAIRES PERPÉTUELS. Tome CXXXIX, juillet-décembre 1904. Paris, Gauthier-Villars, 1904; 1 vol. in-4°.

Institut de France. *Notice sur Émile Duclaux,* par L. MAQUENNE. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 fasc. in-8°.

La Théorie physique, son objet et sa structure, par P. DUHEM, Correspondant de l'Institut. Paris, Chevalier et Rivière, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Société de secours des Amis des Sciences. Compte rendu du quarante-huitième Exercice, 42e séance publique annuelle, tenue le 6 juin 1905. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'Émulation du département des Vosges, 81e année, 1905. Epinal, au secrétariat de la Société; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France. Tome XVII, année 1904. Paris, au siège de la Société, 1904; 1 vol. in-8°.

Theorie des Mondes, von MARTIN BRENDEL. Berlin, Weidmann, 1905. (*Abhandlun-*

gen der königl. Gesell. der Wiss. z. Göttingen : Math.-phys. Klasse; neue Folge, Bd. III, n° 4.) 1 fasc. in-4°.

Sulle elevate temperature osservate in Italia nel luglio 1905, per ALFREDO TONETTI. Rome, 1905; 1 fasc. in-4°.

Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz; neue Folge, Lieferung XVI : *Das Säntisgebirge,* untersucht und dargestellt von Dr ALB. HEIM; Textband und Atlas. Bern, A. Franke, 1905; 2 vol. in-4°.

Observations made at the Royal magnetical and meteorological observatory at Batavia, pub. by order of the Government by Dr S. FIGEE, Director; vol. XXVI, 1903. Batavia, 1905; 1 vol. in-f°.

Os Mosquitos no Pará, pelo Prof. Dr EMILIO-AUGUSTO GŒLDI. (*Memorias do Museu Gœldi de Historia natural e Ethnographia;* IV.) Para, 1905; 1 vol. in-f°.

Boletin demografico de la Republica mexicana, 1902; año VII, n° 7. Mexico, 1905; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 OCTOBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE. — *Deux hématozoaires de la perdrix et du dindon.* Note de MM. A. Laveran et Lucet.

I. *Hématozoaire de la perdrix.* — Au printemps de cette année, le propriétaire d'une chasse de Chatillon-Coligny (Loiret) achetait, pour le repeuplement de cette chasse, 100 perdrix de Hongrie. Les perdrix (*Perdix cinerea*), arrivées en bon état de santé apparente, tombaient bientôt malades; elles mangeaient mal, maigrissaient, faisaient le gros dos et finissaient par succomber, les unes rapidement en 4 à 5 jours, les autres plus lentement en 8 à 15 jours.

Alors que 97 de ces perdrix étaient déjà mortes, un cadavre fut envoyé à l'un de nous pour rechercher la cause de cette épizootie. L'oiseau était très maigre, les plumes du pourtour de l'anus étaient salies par la diarrhée. L'intestin ne contenait aucun parasite. La rate était volumineuse et l'examen histologique du sang révéla l'existence de nombreux hématozoaires endoglobulaires.

Sur les préparations de sang desséché convenablement colorées, examinées avec l'objectif à immersion $\frac{1}{16}$ de Verick, on compte de 20 à 30 hématies parasitées dans le champ.

Les hématozoaires, presque toujours endoglobulaires, se présentent sous l'aspect de corps sphériques ou ovalaires. Les plus petits de ces éléments ne mesurent que 1^{μ} à $1^{\mu},5$ de diamètre, les plus grands atteignent 6^{μ} à 7^{μ}. Quelques grands éléments sont libres ou encore accolés aux noyaux des hématies qui les contenaient.

Dans chaque élément parasitaire, on distingue un karyosome arrondi et des granulations de pigment noir.

Une même hématie contient souvent deux ou trois parasites.

Les formes en voie de multiplication sont très nombreuses. Les karyosomes se divisent en 2, 4, 6, 8, 10, 12, 20, 24 et les éléments parasitaires prennent l'aspect dit *en rosace*. En dernier lieu, ces rosaces se désagrègent.

Les hématies parasitées subissent des altérations profondes; le noyau se déplace, il bascule et se met en travers ou bien il s'accole à la paroi de l'hématie qui pâlit et se déforme; parfois, le noyau de l'hématie disparaît, il est probablement chassé hors de l'hématie.

Cette description se rapporte exactement à celle de *Hæmamœba relicta* dont l'existence a été signalée déjà chez un grand nombre d'oiseaux, mais non chez la perdrix.

L'hématozoaire de la perdrix est-il le même que celui qui a été décrit chez le moineau, par exemple, ou bien appartient-il à une espèce différente quoique très voisine? Pour résoudre cette question, il sera nécessaire de faire des recherches expérimentales; il y aura lieu, notamment, de s'assurer si l'on peut infecter des perdrix en leur inoculant du sang de moineau ou d'un autre passereau contenant des *H. relicta*.

Bien que l'examen n'ait porté que sur une des perdrix qui ont succombé, il ne paraît pas douteux que *H. relicta*, dont les propriétés pathogènes sont d'ailleurs bien établies, doive être considérée comme la cause de l'épizootie.

Il est démontré que *H. relicta* accomplit plusieurs phases de son évolution chez les moustiques qui propagent l'infection. Les perdrix de Hongrie infectées pourraient donc répandre l'épizootie en France si elles étaient importées pendant l'été et dans une région à moustiques.

Le repeuplement en perdrix de Hongrie étant assez fréquent dans le Loiret, l'étude de l'hématozoaire décrit plus haut présente de l'intérêt au point de vue pratique.

II. *Hématozoaire du dindon*. — Cet hématozoaire a été trouvé dans des frottis du foie de dindonneaux *Meleagris gallopavo domestica* nés et élevés à Courtenay (Loiret); ces oiseaux avaient succombé à la pérityphlo-hépatite qui est désignée souvent sous le nom impropre de *crise du rouge* [1]. Les préparations étaient malheureusement déjà anciennes quand elles ont été colorées, ce qui n'a pas permis d'obtenir de très bonnes colorations; d'autre part, nous n'avons pas réussi à nous procurer de nouveaux sujets

---

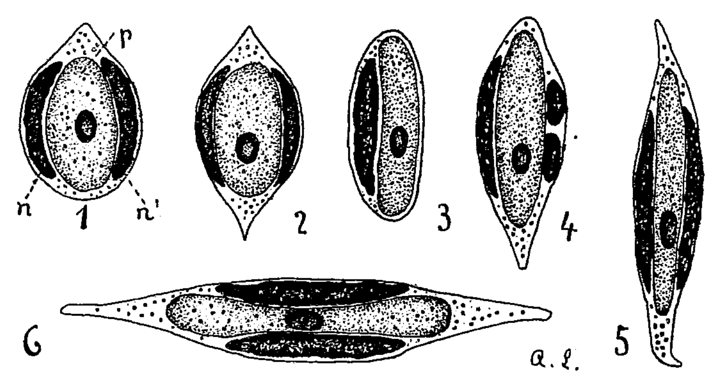
[1] A. Lucet, *Rec. de Méd. vétér.*, décembre 1896 et janvier 1897.

infectés; on s'expliquera donc les lacunes qui existent dans la description qui va suivre.

Les parasites ne sont pas rares dans les préparations; on en trouve parfois plusieurs dans le champ (objectif à immersion $\frac{1}{16}$ de Verick); on les distingue facilement au milieu des hématies et des éléments normaux du foie; ils sont presque toujours contenus dans des éléments anatomiques sur la nature desquels nous reviendrons plus loin.

Les parasites sont de forme ovalaire; l'ovale est tantôt court (*p*, *fig.* 1), tantôt très allongé (5); dans ce dernier cas le corps du parasite est souvent étranglé au milieu et un peu renflé aux extrémités (6), ce qui lui donne l'aspect de certains biscuits.

Les parasites les plus petits mesurent 14^{μ} de long sur 8^{μ} de large; les plus grands 25^{μ} de long sur 5^{μ} de large.



Hæmamœba Smithi, n. sp. (Gross. : 1300 à 1400 diam.)

Le protoplasme contient, d'ordinaire, de fines granulations de pigment noir; peu apparentes dans certains éléments, ces granulations sont très nettes dans d'autres. Le protoplasme a parfois un aspect vacuolaire; peut-être s'agit-il d'une altération artificielle (frottis); cet aspect, en tout cas, ne s'observe que dans un petit nombre de parasites. La coloration du protoplasme varie du bleu assez foncé au bleu très clair (1). Dans le protoplasme on distingue un noyau arrondi ou ovalaire qui se colore en violet.

On trouve quelquefois deux parasites dans le même élément anatomique.

Les éléments dans lesquels se développent les parasites ont une forme ovalaire ou bien une forme allongée avec des extrémités plus ou moins effilées (*fig.* 5, 6); les plus grands atteignent 43^{μ} à 44^{μ} de long.

---

(1) Par analogie avec ce qui se passe pour *Hæmamœba Danilewskyi* on peut supposer que les éléments qui se colorent le plus fortement sont des éléments ♀, les autres étant des ♂, mais nos colorations n'étaient pas assez bonnes pour nous permettre d'élucider cette question.

Le protoplasme de ces éléments contient des granulations chromatiques en nombre variable; *il n'a pas les réactions de l'hémoglobine,* c'est ainsi que l'éosine ne le colore pas en rose.

Presque toujours on trouve, de chaque côté du parasite, un noyau plus ou moins allongé et aplati (*n*, *n'*, *fig.* 1); les deux noyaux disposés symétriquement forment des espèces d'ailettes, ce qui donne au parasite un aspect caractéristique (1, 2, 5, 6). Le noyau de l'élément-hôte paraît donc se diviser d'ordinaire en deux parties égales. Rarement on trouve un seul noyau accolé au parasite (3). Il arrive qu'un des noyaux latéraux se divise en deux (4).

Dans les cas où l'élément-hôte contient deux parasites, on peut trouver un seul noyau intermédiaire aux parasites ou deux noyaux dont l'un intermédiaire, l'autre longeant la face externe d'un des hématozoaires.

Il nous paraît probable que cet hématozoaire du dindon se loge, non dans des hématies, comme les autres hémamibes connues et en particulier comme *H. Ziemanni* (¹), qui s'en rapproche par quelques caractères, mais dans des leucocytes. On connaît aujourd'hui plusieurs parasites du groupe des hémogrégarines qui sont de véritables leucocytozoaires.

Nous ne connaissons pas toutes les formes sous lesquelles le parasite se présente dans le sang frais; les formes de multiplication endogène n'ont pas été observées; enfin nous ignorons si l'hématozoaire est pathogène ou non.

Th. Smith, qui a vu et figuré le parasite, mais qui l'a décrit d'une façon inexacte (²), pense qu'il n'est pas la cause de la maladie des dindons; d'après cet observateur, l'agent pathogène serait une amibe qui se rencontrerait dans la muqueuse des cæcums et dans le foie; cette amibe, *Amœba meleagridis* Smith, que l'un de nous a recherchée vainement chez des dindons atteints de pérityphlo-hépatite, n'a rien à voir, en tous cas, avec l'hématozoaire décrit dans cette Note.

Si incomplètes que soient nos connaissances sur ce parasite, nous croyons pouvoir conclure qu'il s'agit d'une hémamibe d'une espèce nouvelle; nous la dédions, sous le nom de *Hæmamœba Smithi,* à Th. Smith, qui l'a vue le premier.

(¹) A. Laveran, *Soc. de Biologie,* 16 mai 1903.

(²) Th. Smith, *Bulletin n° 8 of the Bureau of the Animal Industry,* Washington, 1895. Smith a décrit et figuré, comme éléments parasitaires, les éléments anatomiques renfermant les parasites (Planche V du travail de Smith, *fig.* vi et vii).

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Le Tome I de l'*Histoire des Mathématiques*, par W.-W. Rouse Ball, traduit par L. Freund.

2° Le premier fascicule (Tome I) et le premier fascicule (Tome II) du *Traité de Physique*, de O.-D. Chwolson, traduit par E. Davaux, avec des Notes de E. Cosserat et F. Cosserat.

3° *Les quantités élémentaires d'électricité, Ions, Électrons, Corpuscules*, Mémoires réunis et publiés par Henri Abraham et Paul Langevin. (Présenté par M. Amagat.)

4° *Lettres américaines d'Alexandre de Humboldt* (1798-1807), publiées par le Dr E.-T. Hamy. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Un criterium pour l'application de la loi de mortalité de Gompertz-Makeham*. Note de M. **Charles Goldziher.**

Après les diverses méthodes graphiques et mécaniques, qui sont connues pour la graduation des Tables de mortalité, c'est la méthode analytique fondée sur la loi de *Gompertz-Makeham*, qui joue un rôle fondamental. On sait qu'une méthode analytique est moins applicable pour la reproduction des faits caractéristiques d'une série originale, car elle ne peut pas se rattacher, en conséquence de sa forme donnée *a priori*, aux spécialités de la série. Mais les Tables graduées d'après la loi citée ont la propriété, que par leur application les calculs compliqués concernant les annuités viagères sur un nombre quelconque de têtes peuvent se ramener au calcul d'une seule variable (*uniform seniority*); propriété qui leur a conservé une place extraordinaire en Angleterre, où de telles formes d'assurances sont fort en vogue ([1]).

([1]) Ce problème était exposé et généralisé dans trois Notes de M. Quiquet, insérées aux *Comptes rendus*, 1888 et 1889. Voir aussi *Bull. Inst. Act. Franç.*, 1893.

L'application de la loi *Gompertz-Makeham* dépend en première ligne de la régularité de la série originale; mais il manquait un criterium exact pour la précision des limites entre lesquelles cette application est possible, surtout pour des séries moins régulières. Ce serait, en d'autres termes, un criterium pour la fixation plus précise des groupes, à l'aide desquels on pourrait calculer les constantes de la formule analytique. Nous croyons avoir caractérisé dans les lignes qui vont suivre un des plus simples critériums de ce genre.

D'après la loi précitée, la probabilité de survie p_x pour un âge atteint x peut s'exprimer sous la forme

$$p_x = s g^{c^x(c-1)},$$

où s, g, c sont les trois constantes qui sont d'abord à calculer à l'aide de la série originale. Notre criterium ne se rattacherait pas aux valeurs des p_x, exprimées par une fonction exponentielle de x, mais à des fonctions de p_x qu'on peut exprimer en fonction *linéaire* de x, c'est-à-dire qu'on peut représenter par des *lignes droites*. Nous nous bornons aux fonctions suivantes de ce genre :

$$(1) \qquad \log(\log p_x - \log p_{x+t}) = x \log c + \log(c^t - 1) + \log m,$$

$$(2) \qquad \log(\log s - \log p_x) = x \log c + \log m$$

$$[m = (c-1)(-\log g)].$$

Dans la première de ces formules, laquelle est construite seulement à l'aide des valeurs originales de p_x, il faut prendre t tel que l'on ait

$$\log p_x - \log p_{x+t} > 0.$$

[Généralement on a $t = 4, 5$; mais, avec une méthode nouvelle donnée par M. Altenburger ([1]), on peut faire en sorte que t soit égal à 1.] La deuxième de nos formules exige le calcul préalable de s; cela est possible d'après la formule moins connue, mais fort bien applicable :

$$\log s = \frac{S_2^2 - S_1 S_3}{k[2S_2 - (S_1 + S_3)]},$$

où

$$S_{i+1} = \sum_{x+ik}^{x+(i+1)k-1} \log p_x \qquad (i = 0, 1, 2),$$

k désigne le nombre des membres de chaque groupe. Par conséquence de la détermi-

---

([1]) *Beiträge zum Problem der Ausgleichung von Sterblichkeitstafeln* (*Mitteilungen des oest-ung. Verbandes der Priv. Versich. Anst.*, 1905).

nation primaire de la constante la plus sensible, la fonction (2) est plus sensible et mieux applicable en pratique.

La construction des droites (1) ou (2) nous permet de tirer des conclusions pratiques sur l'application de notre loi. Il est important qu'elles donnent dès le début un criterium pour la discussion des groupes pris pour la détermination des constantes. Une autre application intéressante de cette construction est la suivante : il est évident qu'une seule droite n'est pas suffisante, parce que les constantes c et g, qui ont d'après *Gompertz* un rôle *biologique*, dépendent des groupes divers de l'âge. On pourrait ainsi fixer les différents groupes biologiques pour lesquels l'hypothèse de *Gompertz* pouvait se justifier; il est intéressant qu'on soit ramené ainsi à des propriétés caractéristiques pour les Tables les plus différentes. Le problème est en relation avec la fixation des groupes homogènes au point de vue de la variation régulière de la force de mortalité.

Quand les irrégularités originales sont telles qu'on peut appliquer, pour la graduation des valeurs originales de la fonction

$$y = f(x) = x \log c + \log r,$$

la méthode des moindres carrés, il est possible d'établir une méthode pour la détermination des constantes c et g (ou r). Cette méthode aurait plusieurs avantages sur celles qui sont employées aujourd'hui. En postulant que

$$\sum_{(x)} \gamma y^2 = \text{minimum}$$

(où γ désigne le poids de y, qu'on peut calculer à l'aide des poids des p_x), on obtient les formules suivantes :

$$\log c = \frac{[\gamma][\gamma x y] - [\gamma x][\gamma y]}{[\gamma x^2] - [\gamma x]^2},$$

$$\log r = \frac{[\gamma x^2][\gamma y] - [\gamma x y][\gamma x]}{[\gamma x^2] - [\gamma x]^2}.$$

Nous citons quelques avantages de cette méthode : 1° on peut se servir de toutes les valeurs originales en même temps et en introduisant les poids de l'observation; 2° la détermination des constantes est indépendante.

A la fin nous insérons ici deux formules nouvelles pour la détermination

de s, en fonction de c et g :

$$1^{\circ} \qquad \log s = \frac{1}{n}\left(c^{x} m \frac{c^{n}-1}{c-1} + \sum_{(x)}^{x+n'-1} \log p_{x}\right)$$

(n le nombre des dates, x l'âge premier).

2° En désignant par E_x le nombre des risques exposés à l'observation à l'âge x; θ_x le nombre des risques morts à l'âge $x \ldots x+1$, et en postulant que le nombre total des θ_x soit conservé par la graduation, nous obtenons

$$\sum_{(x)} E_x (q_x) = \sum_{(x)} E_x - s \sum_{(x)} E_x g^{c^x (c-1)} = \sum_{(x)} \theta_x$$

[ici (q_x) est la probabilité de mort déjà graduée d'après la loi], et finalement

$$s = \frac{\sum_{(x)} E_x - \sum_{(x)} \theta_x}{\sum_{(x)} E_x g^{c^x (c-1)}}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la composition du colloide hydrochloroferrique en rapport avec la teneur en* HCl *du liquide intermicellaire.* Note de M. G. **Malfitano**, présentée par M. E. Roux.

Il y a entre les micelles et leur milieu un échange d'électrolytes. En effet nous avons vu d'une part que HCl engagé dans le colloïde peut s'en détacher pour passer en solution dans le liquide intermicellaire; dans les groupements $Hn(Fe^2O^6H^6)Cl$ la valeur de n augmente alors. D'autre part nous allons voir que HCl libre en solution peut aller constituer de nouvelles micelles aux dépens de celles qui existent déjà; de sorte que, dans les formules exprimant la constitution du colloïde, la valeur de n diminue.

25^{cm^3} d'une préparation contenant en millionièmes d'atome-gramme

$$1654\,H3,2(Fe^2O^6H^6)Cl + 76\,HCl$$

sont filtrés et le résidu délayé dans 200^{cm^3} contenant 3464 HCl; on chauffe ce mélange et après refroidissement on filtre; l'analyse du liquide obtenu montre que les radicaux sont ainsi distribués :

$$1828\,H2,91\,(Fe^2O^6H^6)Cl + 3290\,HCl.$$

25^{cm^3} de la même solution primitive sont dilués d'abord à 250^{cm^3}; ils contiennent :

$$1519\,H\,3{,}5\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 211\,HCl;$$

on filtre et le résidu est délayé dans 200^{mc^3} contenant 3464 HCl; après chauffage ils contiennent :

$$1823\,H\,2{,}92\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 3161\,HCl;$$

25^{cm^3} de la même solution sont dilués d'abord à 500^{cm^3}; après filtration le résidu est délayé encore dans 500^{cm^3}, qui contiennent :

$$1350\,H\,3{,}9\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 84\,HCl;$$

on filtre et l'on délaye le résidu dans 200^{cm^3} contenant 3464 HCl; après chauffage, voici la distribution des radicaux :

$$1811\,H\,2{,}93\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 3003\,HCl.$$

On voit que le colloïde fixe d'autant plus d'électrolyte qu'il en est moins riche. Ces micelles, se trouvant dans un même milieu considérablement plus concentré en HCl que leur liquide intermicellaire antérieur, acquièrent une constitution qui est sensiblement la même et qui tend à se rapprocher de $H\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl$.

1° 25^{cm^3} de la solution primitive sont ramenés à 250^{cm^3} avec de l'eau de conductibilité où l'on a ajouté $34648\,\frac{HCl}{10^6}$, de sorte que la distribution des radicaux était :

$$1519\,H\,3{,}5\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + (211 + 34648)\,HCl;$$

après quelques heures elle est devenue :

$$2110\,H\,2{,}52\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 34268\,HCl.$$

Après un chauffage d'un quart d'heure à 100°, elle est :

$$1556\,H\,2{,}35\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 24886\,HCl + 1656\,FeCl^6.$$

On a opéré de la même manière avec des quantités double et triple de HCl, on a obtenu les résultats ci-dessous :

2° A l'origine :

$$1519\,H\,3{,}5\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + (211 + 69408)\,HCl;$$

après quelques heures :

$$2612\,H\,2{,}03\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 68526\,HCl;$$

après chauffage :

$$815\,H\,1{,}2\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + 44131\,HCl + 4385\,HCl.$$

Le colloïde était dans ce cas précipité.

3° A l'origine :

$$1512\,H\,3{,}5\,(Fe^2O^6H^6)\,Cl + (211 + 104112)\,HCl;$$

après quelques heures :

$$2997 H 1,7(Fe^2O^6H^6)Cl + 102845 HCl;$$

après chauffage :

$$154 H 1,8(Fe^2O^6H^6)Cl + 76428 HCl + 4860 Fe^2Cl^6.$$

Le colloïde était naturellement dans ce cas aussi précipité.

J'ai encore essayé de délayer des quantités croissantes (10^{cm^3}, 25^{cm^3}, 50^{cm^3}) du même colloïde dans des quantités égales d'une solution de HCl.

1° 100^{cm^3} contenaient :

$$246 H 3,5(F^2O^6H^6)Cl + (34 + 13859) HCl;$$

après 18 heures :

$$536 H 1,6(Fe^2O^6H^6)Cl + 13600 HCl.$$

Après 7 jours le colloïde était en partie précipité et la distribution des radicaux était :

$$227 H 2,8(Fe^2O^6H^6)Cl + 11617 HCl + 382 Fe^2Cl^6.$$

2° 100^{cm^3} contenaient :

$$607 H 3,5(Fe^2O^6H^6)Cl + (85 + 13859) HCl;$$

après 18 heures :

$$901 H 2,36(Fe^2O^6H^6)Cl + 13650 HCl;$$

après 7 jours le colloïde était en partie précipité et les radicaux ainsi distribués :

$$619 H 3,43(Fe^2O^6H^6)Cl + 9576 HCl + 726 Fe^2Cl^6.$$

3° 100^{cm^3} contenaient :

$$1215 H 3,5(Fe^2O^6H^6)Cl + (168 + 13859) HCl;$$

après 18 heures :

$$1743 H 2,4(Fe^2O^6H^6)Cl + 13500 HCl;$$

après 7 jours le colloïde était en partie précipité et les radicaux ainsi distribués :

$$1334 H 2,2(Fe^2O^6H^6)Cl + 6577 HCl + 1222 Fe^2Cl^6.$$

De ces expériences nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° En augmentant la concentration en HCl du milieu, le colloïde tend de plus en plus à se rapprocher de la constitution $H(Fe^2O^6H^6)Cl$, sans que l'on puisse obtenir expérimentalement que toutes les micelles soient pareilles.

On voit que la quantité d'électrolyte fixée n'augmente pas proportionnellement à la quantité disponible et à la quantité de colloïde en présence.

2° Une fois que le colloïde est précipité, il peut perdre une partie de son électrolyte, malgré que son milieu en soit riche.

3° Par l'élévation de la température malgré la concentration du milieu le colloïde peut s'appauvrir en électrolyte.

Voici une expérience très démonstrative : 200^{cm^3} de la même solution colloïdale sont délayés dans 1^l d'eau de conductibilité contenant 5^g de HCl. Cette liqueur contenue dans un ballon d'Iéna a été chauffée à 130° pendant 1 heure; on obtient ainsi une préparation ayant l'aspect d'une suspension fine, qui lentement forme un sédiment. L'analyse comparative du liquide total et du liquide intermicellaire permet d'exprimer ainsi la distribution des radicaux dans 100^{cm^3} :

$$13H\,14(Fe^2O^6H^6)Cl + 1015\,Fe^2Cl + 28456\,HCl.$$

Tout se passe comme si HCl en solution libre dans le liquide intermicellaire était capable, à une concentration donnée, de former de nouvelles micelles aux dépens de celles qui existent déjà. Il y aurait alors une augmentation du nombre et une diminution de la masse des unités physiques du colloïde, ce qui correspond bien aux changements de propriétés physiques que l'on observe dans ce cas. A une concentration plus grande et à une température plus élevée HCl détermine la séparation du colloïde d'avec la solution. La composition du colloïde précipité ne suffit pas à justifier le changement dans son état physique. Je pense que HCl dans la précipitation agit en empêchant que l'électrolyte qui fait partie des micelles reste dissocié. Une fois que HCl qui supporte le groupement de molécules $Fe^2O^6H^6$ est ramené à l'état moléculaire l'énergie de ce système a disparu, la micelle sédimente, l'union entre l'électrolyte et les molécules ferriques se défait; malgré la concentration du milieu le colloïde précipité s'appauvrit en HCl et l'hydrate ferrique est attaqué par HCl pour former Fe^2Cl^6.

BOTANIQUE. — *Observations relatives à quelques plantes à caoutchouc* (¹). Note de M. A. **Chevalier**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

Le caoutchouc, comme on sait, est produit par quelques plantes tropicales appartenant aux familles des Asclépiadacées, des Apocynacées, des Euphorbiacées et des Artocarpacées.

Depuis longtemps on sait aussi que dans quelques genres, dans les *Funtumia* et les *Landolphia* par exemple, le latex de certaines espèces en

(¹) Enquête faite au cours de la dernière mission scientifique confiée à l'auteur par le Gouvernement général de l'Afrique occidentale française dans les colonies françaises, anglaises et portugaises de l'Ouest africain (février-octobre 1905).

se coagulant donne un caoutchouc très élastique, tandis que les latex d'autres espèces des mêmes genres donnent des substances résineuses, gluantes ou cassantes, mais non élastiques.

Jusqu'à ces dernières années on avait admis que deux plantes donnant, l'une du bon caoutchouc, l'autre une résine, représentaient nécessairement deux espèces distinctes, pouvant être différenciées par des caractères macroscopiques. Mais, depuis 1901, quelques faits ont été publiés qui tendraient à faire croire que les individus d'une même espèce botanique pouvaient être, les uns caoutchoutifères, les autres non caoutchoutifères. Ces faits, s'ils étaient confirmés, rendraient la culture de ces plantes à caoutchouc économiquement aléatoire, puisqu'en semant les graines d'une plante exploitée on ne serait jamais certain d'obtenir des individus caoutchoutifères.

Les études que nous poursuivons depuis sept années dans les régions les plus diverses de l'Afrique tropicale nous permettent d'affirmer que cette notion est erronée et que tous les individus d'une espèce caoutchoutifère, vivant dans des conditions naturelles et parvenus à l'état adulte, donnent du caoutchouc.

Nous nous basons sur les observations suivantes se rapportant successivement aux familles des Artocarpacées, des Apocynacées et des Euphorbiacées.

1° En 1900, M. Rivière, dans le *Journal d'agriculture tropicale,* signalait, au jardin du Hamma, près Alger, l'existence d'une plante cultivée, qu'il nommait *Ficus elastica,* ne donnant pas de gomme élastique.

Partout, en Afrique, où nous avons vu le véritable *Ficus elastica* cultivé : à la Gold-Coast (jardin botanique d'Aburi), à Lagos, à Old-Calabar, à San-Thomé (Port-Allègre, au niveau de la mer, Monté-Café, à 700^{m} d'altitude), les arbres âgés de plus de 5 ans produisent, comme dans les Indes orientales et à Java, où l'espèce est indigène, de la gomme élastique, au moins à la base de leur tronc. Même dans les régions tempérées, au Caire (Schweinfurth) et à Palerme (Borzi), on a constaté que le *Ficus elastica* donnait du caoutchouc. Par contre, nous avons observé récemment, dans le jardin botanique de Lisbonne, un *Ficus* cultivé sous le nom de *F. elastica* qui donne un produit gluant à la place de caoutchouc; mais, malgré des analogies, il est spécifiquement très distinct du véritable *F. elastica,* et c'est sans doute aussi le cas de la plante cultivée à Alger.

2° En 1904, M. E. De Wildeman annonçait (¹) que M. L. Gentil, chef de cultures

(¹) E. DE WILDEMAN et L. GENTIL, *Lianes caoutchoutifères de l'État indépendant du Congo,* p. 53, 54, 74.

du Jardin botanique de Bruxelles, et quelques agents de l'État indépendant avaient constaté que certains individus du genre *Landolphia,* ne se distinguant pas spécifiquement les uns du *L. owariensis,* les autres du *L. Klainei,* ne donnaient pas de caoutchouc ou produisaient un latex qu'ils n'étaient pas parvenus à coaguler.

Nous avons étudié le *Landolphia owariensis* dans la plus grande partie de son aire de distribution géographique, depuis la Guinée française jusqu'au Congo, nous avons expérimenté son latex sur des milliers de pieds croissant tantôt dans la grande forêt, tantôt dans la savane, parfois presque au niveau de la mer et parfois à 1300^{m} d'altitude; nous en avons toujours retiré un caoutchouc d'excellente qualité, et d'autres botanistes dont la compétence et la bonne foi ne peuvent être mises en doute, H. Lecomte et R. Schlechter, étaient arrivés avant nous au même résultat pour d'autres régions. De même, le *L. Klainei,* au Congo français, au Congo indépendant, au Jardin d'essai de Conakry, partout, en un mot, où nous l'avons étudié, nous a toujours donné une gomme élastique de toute première qualité.

D'ailleurs ces deux espèces appartiennent à la section *Eulandolphia* de Stapf, dont toutes les espèces actuellement connues et quelques autres que nous décrirons prochainement *contiennent toujours un caoutchouc de grande valeur* dans l'écorce de leurs troncs. Les *jeunes* rameaux de tous ces *Landolphia* ne contiennent dans leur latex qu'une substance gluante (*viscine*), et ce n'est ordinairement qu'à partir de la deuxième ou de la troisième année que le caoutchouc commence à apparaître. Mais cette propriété n'est pas spéciale aux Landolphiées : depuis Parkin, on sait que, dans toutes les espèces caoutchoutifères, les tiges d'un certain âge contiennent seules du caoutchouc.

3° Plusieurs correspondants du *Journal d'Agriculture tropicale* ont cru remarquer que le *Manihot Glaziovi* contenait plus ou moins de caoutchouc suivant le port des individus, ce qui a du reste fait supposer qu'il existerait plusieurs formes botaniques parmi l'espèce cultivée. L'une, à rameaux étalés, donnerait très peu de caoutchouc, l'autre, à rameaux fastigiés, en donnerait davantage. On a avancé d'autre part que, dans la forme fastigiée (candélabre), la feuille avait toujours 5 lobes, tandis que, dans la forme étalée (pleureur), elle n'a que 3 lobes.

Partout où nous avons observé des *Manihot Glaziovi* à l'état cultivé au cours de notre dernier voyage en Afrique occidentale, nous n'avons trouvé aucune relation entre la forme de l'arbre et l'abondance du latex. D'autre part, on voit presque toujours des feuilles à 5 lobes et à 3 lobes sur le même individu; parfois, nous avons même constaté des feuilles qui n'étaient pas lobées. Nous avons en outre observé des *Manihot* fastigiés nés de graines de *Manihot* à rameaux étalés, ce qui prouve déjà que ces formes ne sont pas fixes. Il est exact que tous les individus de *Manihot* ne donnent pas le même rendement en caoutchouc, mais cette variabilité n'est pas spéciale à l'espèce.

En résumé, quelle que soit la famille à laquelle appartient une plante à caoutchouc, sa richesse caoutchoutifère est une aptitude individuelle. Le rendement peut être très différent sur deux individus de même âge, de mêmes dimensions, vivant côte à côte et saignés au même moment. Mais, lorsqu'une espèce donne du bon caoutchouc, tous les troncs et rameaux

des divers individus de cette espèce, parvenus à un certain âge, contiennent une substance élastique, c'est-à-dire du caoutchouc, en quantité plus ou moins grande.

CHIMIE AGRICOLE. — *Influence des diverses radiations lumineuses sur la migration des albuminoïdes dans le grain de blé.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. Maquenne.

On sait, depuis les belles recherches de Laurent, Marchal et Carpiaux, que la lumière est nécessaire à la formation des albuminoïdes chez les végétaux et que ce sont les radiations les plus réfrangibles qui agissent le plus activement ([1]). Il m'a paru intéressant d'étudier le transport des mêmes substances sur des blés en place, pendant toute la période de formation des graines, à dater de la floraison.

J'ai opéré sur du froment cultivé dans les cases de végétation du champ d'expériences de Grignon : la culture, au début de l'expérience, était d'une grande régularité.

Dès que la fécondation fut accomplie on disposa autour des tiges des bâtis rectangulaires en bois, dont les côtés et la partie supérieure étaient munis de verres colorés; ceux-ci pouvaient se déplacer latéralement dans une glissière, de façon à permettre l'aération de ces sortes de cloches et éviter un accroissement notable de la température dans leur intérieur. La surface couverte était d'environ 50 décimètres carrés; toutes les semaines on prélevait quelques épis pour en suivre le développement.

Année 1904. — Du 6 au 19 juillet on effectua trois prises d'essai; la première eut lieu au moment précis où l'on pouvait séparer les enveloppes du grain : celui-ci renfermait encore 59,7 pour 100 d'humidité.

Le dosage de l'azote dans les balles et la semence a donné les résultats suivants, pour 100 de matière sèche :

Blé récolté sous un verre :	6 juillet.		13 juillet.		19 juillet.	
	Grains.	Balles.	Grains.	Balles.	Grains.	Balles.
Bleu	1,270	0,742	1,590	0,520	1,810	0,826
Noir (bistre foncé)	1,580	0,713	1,684	0,958	1,990	0,575
Rouge	1,489	0,395	1,810	0,733	1,700	0,629
Vert	1,630	0,516	1,700	0,800	1,810	0,767
Témoins (sans cage)	1,320	0,707	1,270	0,597	1,340	0,481

([1]) *Bull. Acad. Sciences de Belgique*, t. XXXII, p. 815.

Sous les verres colorés la richesse en azote est partout plus grande que chez les témoins : dans le cas du verre noir la différence est de 0,65 pour 100, ce qui correspond à 48,5 pour 100 de la richesse du témoin. Il convient toutefois de remarquer que celle-ci est fort inférieure à la moyenne, ce qui nous a conduit à reprendre les mêmes expériences cette année.

En résumé, l'influence des verres colorés sur l'enrichissement du grain de blé en azote permet de les classer dans l'ordre suivant, en commençant par le plus efficace : *noir, vert, bleu, rouge*.

Année **1905**. — Cette année les résultats ont été plus décisifs et plus probants encore; sur les cases, où le blé se développe avec moins de vigueur qu'en plein champ, il n'y a pas eu de verse, malgré les intempéries de la saison, et la maturation s'est opérée normalement. Les analyses faites au moment de la récolte, vers la fin de juillet, accusent une richesse en azote partout bien supérieure à celle de l'an dernier; le Tableau suivant donne les chiffres obtenus, pour 100 de matière sèche :

Blé récolté sous un verre :	Grains.		Balles.	
	Azote.	Albumine.	Azote.	Albumine.
Bleu	2,13	13,31	0,944	5,90
Noir	2,54	15,87	1,570	9,81
Rouge	1,91	11,94	0,772	4,82
Vert	2,74	17,12	1,580	9,87
Témoins (sans cage)	2,08	13,00	0,633	3,96

Bien que le blé témoin présente cette fois une constitution normale, les écarts n'en sont pas moins sensibles. C'est le blé récolté sous verre *vert* qui arrive premier avec un excédent d'azote de 0,66 pour 100; viennent ensuite, par ordre d'influence décroissante, le *noir*, le *bleu* et le *rouge*. On observe les mêmes écarts pour les enveloppes qui, cette année, se trouvent, comme les grains, exceptionnellement riches en azote.

Ces résultats confirment ceux que nous avions obtenus l'année dernière et nous montrent que, dans les conditions expérimentales ci-dessus indiquées, *les radiations qui contribuent avec le plus d'efficacité à la migration des albuminoïdes dans le grain de blé sont celles qui agissent le moins sur la fonction chlorophyllienne*.

Tous les essais ayant été effectués avec la même variété de froment (blé Japhet) et dans des conditions identiques de sol et de fumure, cette conclusion nous semble absolument certaine.

Pour ne rien omettre d'essentiel j'ajouterai, en terminant, que les graines récoltées sont, dans tous les cas, normalement constituées et que leur faculté germinative n'a été en rien compromise : sur 100 graines, tout

venant, on a compté, pour chaque échantillon, 92 germinations avec le témoin, 94 avec le noir, 97 avec le rouge et 99 avec le bleu et le vert.

Je me propose d'étendre ces recherches à d'autres plantes de grande culture, pour voir si l'effet produit reste identique à celui que nous avons observé sur le froment.

MÉCANIQUE AGRICOLE. — *Sur le travail mécanique fourni par les moulins à vent.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. Müntz.

Pour les moulins à vent, à orientation et à réglages automatiques, employés en agriculture pour l'élévation des eaux, il est intéressant de connaître les coefficients qui relient le travail mécanique fourni, en pratique, par la roue du moulin à la vitesse du vent qu'elle reçoit.

Les chiffres suivants proviennent d'expériences effectuées à la station d'essais de machines, pendant près de deux ans, sur un moulin de $3^m,60$ de diamètre, à 72 ailes de $1^m,30$ de longueur, ayant une surface de voilure de $9^{m^2},39$. Les essais ont été effectués en abandonnant le moulin à lui-même par tous les temps; le moulin actionnait une pompe; des enregistreurs automatiques notaient à chaque instant la vitesse du vent, le nombre de tours de la roue et par suite le travail du moulin.

Voici les principaux résultats constatés :

Le moulin travaille régulièrement par des vents dont la vitesse est comprise entre 4^m et 10^m par seconde; lorsque la vitesse du vent dépasse 10^m par seconde, le moulin fuit automatiquement la tempête et s'arrête.

Dans nos essais le moulin fonctionnait à charge constante et 1 tour de roue nécessitait un travail mécanique de 43 kilogrammètres.

Le rendement mécanique du moulin, de la transmission et de la pompe, était de 0,341.

Si l'on désigne par :

v la vitesse à la circonférence de la roue, en mètres par seconde;

V la vitesse du vent, en mètres par seconde,

on a la relation suivante :

$$v = nV, \tag{1}$$

et, dans nos essais, n varie de 0,75 à 0,88.

D'autre part, si T est le travail mécanique, en kilogrammètres par seconde, que peut fournir un vent animé d'une vitesse V, exprimée en mètres par seconde, agissant sur une surface A (projection des ailes), exprimée en mètres carrés, K étant un coefficient,

on a

(2) $$T = KAV^3.$$

Lorsque la charge du moulin reste constante, comme dans la plupart des applications et dans nos essais (43 kilogrammètres par tour), le coefficient K diminue à mesure que la vitesse du vent augmente (la vitesse de la roue s'accroît en diminuant l'action du vent sur les ailes, ainsi qu'on peut le constater par un tracé graphique).

Le Tableau suivant résume les moyennes de quelques résultats de nos expériences :

V.	*c*.	*d*.	*n*.	K.
4,08 m	1063 t	1563 l	0,817	0,0198
4,64	1233	1813	0,834	0,0156
5,25	1314	1931	0,785	0,0115
6,61	1862	2736	0,884	0,0081
7,50	2100	3086	0,878	0,0063
8,89	2200	3233	0,776	0,0039
10,00	2400	3527	0,752	0,0030

Dans ce Tableau, les colonnes indiquent : V, la vitesse moyenne du vent en mètres par seconde; *c*, le nombre moyen de tours de la roue du moulin par heure; *d*, le volume d'eau, en litres, pratiquement élevé par heure à 10^{m} de hauteur; *n*, le coefficient de la formule (1); K, le coefficient de la formule (2).

Pour obtenir le travail mécanique disponible, il faut multiplier le travail T de la formule (2) par le rendement, qui varie de 0,2 à 0,4 suivant l'installation et son état d'entretien.

Les différents chiffres précédents seront utiles pour les projets relatifs aux moulins à vent, qui sont des moteurs très recommandables pour l'élévation des eaux destinées aux exploitations agricoles, comme aux agglomérations rurales.

ZOOLOGIE. — *Glandes annexes ou accessoires de l'appareil séricigène des larves d'*Io Irene (¹) *Boisduval.* Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

La première mention des *glandes annexes* de l'appareil séricigène des larves de Lépidoptères a été faite par Lyonet (1762) chez la chenille du *Cossus*.

Les deux canaux excréteurs des vaisseaux soyeux sont, dit-il, soudés l'un contre l'autre par un corps oblong, blanc et bulbeux, dans lequel ils sont tant soit peu engagés. L'auteur donne même deux figures très nettes de ce corps bulbeux (*Pl. XVII*), ainsi que des conduits qui y sont engagés.

Le *corps bulbeux* dont parle Lyonet chez la larve de la Chenille du Saule n'est autre chose que l'homologue des glandes annexes du *Bombyx mori*, désignées à tort, par quelques auteurs, sous le nom de *glandes de Filippi*. Comme on retrouve ces organes plus ou moins bien développés chez presque toutes les larves de Lépidoptères, on devrait les appeler, en faisant allusion à l'auteur qui, le premier, les a décrits et figurés, *glandes de Lyonet* et non *glandes de Filippi*. Quant à nous, ne voulant en rien préjuger sur la nature de leurs fonctions qui sont encore tout à fait problématiques, nous les désignerons sous les noms de *glandes annexes* ou *accessoires* des glandes séricigènes.

Ces organes ont été décrits, chez le Ver à soie, successivement par Filippi (1853), Cornalia (1856), Helm (1876), Gilson, Blanc (1890), etc.

Anatomie. — Chez la larve d'*Io Irene*, les *glandes accessoires* ont la forme de deux petits massifs d'une teinte blanc brunâtre; elles sont placées de part et d'autre des parties terminales des canaux excréteurs de l'appareil séricigène. Chaque massif est constitué par un grand nombre de vésicules ovoïdes ou sphériques fixées à une région aplatie et présentant, par leur ensemble, l'apparence d'une grappe compacte. Les divers lobules ou vésicules glandulaires ressemblent extérieurement aux *acini* de certaines glandes, bien que leur structure histologique soit tout à fait différente.

(¹) Un certain nombre d'échantillons de ces larves de Lépidoptères, provenant de la Guyane, nous ont été envoyés par M. Heckel, directeur de l'Institut colonial et professeur à la Faculté des Sciences de Marseille. Nous en devons la détermination à l'extrême obligeance de M. Ch. Oberthür, le savant lépidoptériste de Rennes.

Chacune d'elles est pourvue d'un canalicule efférent, court et recourbé, qui va s'ouvrir dans le canal excréteur correspondant des glandes séricigènes, à une certaine distance de son point de convergence avec son congénère, c'est-à-dire à 2^{mm} environ de l'origine du conduit impair ou tube fileur, qui est ici très court.

Structure histologique. — Chaque *lobule* des glandes accessoires ne présente pas une structure acineuse, ainsi qu'on pourrait le supposer de prime abord. Il n'est jamais creusé d'une cavité limitée par une membrane épithéliale, comme cela a lieu chez les diverticules ou *acini* sécréteurs. Une *membrane péritonéale* ou enveloppe externe entoure les glomérules. Ces derniers sont formés par des amas compacts de cellules, à cloisons séparatrices très minces, parfois même indistinctes, et à noyaux allongés, ovales ou irréguliers et peu ramifiés. Ces cellules sont creusées de cavités ou vacuoles, parfois isolées, mais généralement fusionnées ou réunies entre elles par un système plus ou moins complexe de canalicules très irréguliers, communiquant avec le canal excréteur de l'organe. Parfois même, les vacuoles, accumulées dans une région de la cellule, refoulent vers la périphérie le noyau et le cytoplasme.

Le *canal efférent* glandulaire est très court. Sa paroi comprend trois enveloppes, qui sont, en partant de l'extérieur :

1° Une membrane externe, mince, transparente et caractérisée par la présence de petits noyaux aplatis et espacés çà et là ;

2° Une assise unique de cellules allongées transversalement, à noyaux recourbés, irréguliers et poussant, de distance en distance, de courts prolongements latéraux. La structure des cellules placées vers le point d'embouchure du canal est à peu près la même que celle des éléments épithéliaux des conduits excréteurs de la glande séricigène ;

3° Enfin, la lumière centrale du canal est bordée par une *gaine cuticulaire,* striée radialement et identique à celle de la glande soyeuse.

La cuticule et l'épithélium du canal efférent des glandes annexes se continuent progressivement et par transitions insensibles avec l'intima et l'épithélium correspondants du conduit excréteur de l'appareil séricigène. Quant à l'extrémité distale du canal, elle s'ouvre dans les vacuoles de la glande annexe.

Fonctions. — Les produits de sécrétion, élaborés au sein du protoplasme par un processus analogue à celui qui s'effectue dans les cellules mérocrines, passent progressivement des vacuoles dans les canalicules de communication et, de là, dans le conduit efférent qui les fait ensuite parvenir dans celui des glandes séricigènes.

C'est un liquide clair, hyalin, plus ou moins gluant, jouant sans doute un rôle important dans le filage, attendu que, en général, les glandes annexes sont rudimentaires chez les espèces qui filent peu. En *résumé,* la substance liquide ou légèrement visqueuse, sécrétée par les glandes *annexes* ou *accessoires* de l'appareil séricigène, doit, sans doute, servir à agglutiner, à unir étroitement entre eux les deux fils de soie. Peut-être même exerce-t-elle sur ces derniers une action chimique, de façon à permettre leur rapide durcissement.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence des couches à Clyménies dans le Plateau central (Morvan).* Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les résultats d'une première étude sur un gisement fossilifère que j'ai découvert à 4^{km} à l'est de Bourbon-Lancy (Saône-et-Loire), sur la route de Perrigny, au lieu dit *le Moulin-du-Roi,* dans la traînée de terrains paléozoïques formant la bordure occidentale du granite de Luzy.

Ce gisement apparaît dans des schistes très froissés, d'un gris foncé; il ne contient que des empreintes de fossiles plus ou moins aplatis et brisés. Parmi les Céphalopodes, grâce à la conservation des lignes de suture des loges, mon maître, M. Haug, si compétent en matière d'Ammonoïdés, m'a aidé à reconnaître *Clymenia,* espèce voisine de *Clymenia striata* (Münster) et probablement aussi *Pseudoclymenia Sandbergeri* (Gümb.); puis un moule portant des varices internes, du genre *Chiloceras.*

Il y a lieu de noter la présence insolite d'un *Gephyroceras* indubitable, à ombilic large, d'espèce encore indéterminée.

Dans ce même niveau se trouvent aussi des têtes et pygidium de *Phacops* et de *Dechenella* (Kayser) (M. Œhlert a bien voulu examiner ces échantillons qui nécessiteront une étude approfondie); puis de nombreux Orthocères, des Ptéropodes (*Hyolites*), des Gastropodes (*Pleurotomaria* et *Loxonema*), des Brachiopodes (*Strophomena, Chonetes, Orthis, Terebratula*), des Lamellibranches (*Nucula*...) et enfin des Ostracodes (*Entomis*). Ces derniers sont surtout abondants dans les schistes à la base du gisement.

J'ai retrouvé ces schistes, riches en *Entomis,* plus près de Bourbon-Lancy (à 800^{m} à l'Est) dans une carrière de Bel-Air.

Avec ces fossiles se rencontrent d'assez nombreuses tiges et racines de plantes charriées.

L'ensemble de cette faunule permet d'attribuer vraisemblablement ce niveau au Dévonien tout à fait supérieur (Famennien) et de le comparer avec les schistes à Cypridines associés aux calcaires à Clyménies de l'Allemagne centrale.

C'est aussi l'impression de M. Barrois qui a bien voulu jeter un coup d'œil sur les fossiles que j'ai recueillis.

Les couches ainsi déterminées ont une direction N.-N.-E. et un pendage vers l'Est de 20°; elles contiennent des coulées très étendues de porphyrite vacuolaire, qui paraissent interstratifiées.

Leur niveau semble devoir être considéré stratigraphiquement comme supérieur au marbre de Diou et Gilly ([1]); on sait que Julien a déterminé dans ce dernier, en 1881, une faune vraisemblablement frasnienne ([2]).

Les couches à Clyménies sont, au Moulin-du-Roi, immédiatement inférieures à une alternance de grès arkosiens et de schistes, en concordance de stratification avec elles et contenant quelques rares tiges d'encrines et des empreintes de plantes qui plus au Sud, au Vernay, deviennent très abondantes et seront probablement attribuables au Carbonifère inférieur.

La découverte de ce niveau apportera peut-être quelques clartés nouvelles dans l'étude compliquée des terrains si bouleversés et métamorphisés du haut Morvan.

C'est la première fois que les couches à Clyménies sont signalées dans le Plateau central proprement dit; elles forment, le long des mêmes plis hercyniens, un trait d'union entre les calcaires à Clyménies de l'Allemagne centrale et les marbres griottes, également à Clyménies, de Cabrières, dans la montagne Noire.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la dissymétrie de la déperdition électrique en pays de montagne : rôles comparés de l'altitude et du relief.* Note de MM. **Bernard Brunhes** et **Albert Baldit**, présentée par M. Mascart.

Depuis l'automne de 1904 nous avons effectué, au Puy de Dôme et dans la région, un grand nombre de mesures de déperdition, soit à l'aide de l'électroscope de Curie, soit à l'aide de l'appareil d'Elster et Geitel, moins sensible, mais plus transportable. Nous désirons ici appeler l'attention sur un de nos résultats.

Nous avons comparé la déperdition des deux électricités au sommet et à la base de quelques-uns des cônes volcaniques qui ont surgi, soit au milieu de la plaine de la Limagne, soit sur le plateau archéen qui la limite à l'Ouest.

1. Mesures faites au sommet et à la base du puy de Crouël, puy isolé et très ancien, dominant de 87^m la plaine environnante.

a. Mesures à la base du puy de Crouël (327^m).

Charge négative : perte en volts, par minute	13
Charge positive »	12

([1]) Voir Michel Lévy, *Bull. S. G. F.*, 3e série, t. VII, 1879, p. 938, et *Not. C. G. F., feuille de Charolles*, 1893.

([2]) Julien, *Comptes rendus*, 1881, p. 891.

b. Mesures au sommet du puy (414^m).

Charge positive : perte en volts, par minute..................	6
Charge négative »	12

Le résultat apparaît déjà. De la plaine au sommet la dissymétrie caractéristique se *produit par une diminution notable de la déperdition positive, sans variation sensible de la déperdition négative.*

2. Mesures comparées : au sommet du puy Chateix, qui domine Royat au Nord, en un point de ce puy, sur la terrasse du sanatorium du Dr Petit, dominant de 77^m le parc de l'établissement thermal; enfin, au retour, dans un jardin à Clermont.

a. Terrasse du sanatorium (519^m).

Charge négative : perte en volts, par minute.....	22
Charge positive »	13

b. Sommet du puy Chateix (584^m).

Charge positive : perte en volts, par minute.....	10
Charge négative »	24

c. Jardin à Clermont (378^m).

Charge négative : perte en volts, par minute.....	9
Charge positive »	10

La dissymétrie, déjà très marquée sur la terrasse du sanatorium, s'accuse encore quand on monte au sommet : elle s'accuse par une légère augmentation de la déperdition négative, et par une réduction relative bien plus considérable de la déperdition positive.

A la station la plus basse on retrouve, au degré de précision des mesures, la symétrie de déperdition. *Mais, ici, la station basse est au milieu d'une ville, où les ions sont moins mobiles;* et au lieu d'avoir, comme en rase campagne, même déperdition négative qu'au sommet voisin, avec déperdition positive plus forte; nous avons déperdition positive plus faible qu'au point de la montagne où elle atteint son maximum, et surtout déperdition négative beaucoup plus faible. *Cette observation fait comprendre comment plusieurs auteurs ont été conduits à penser que le passage de la plaine à la montagne se traduit par une exagération énorme de la déperdition négative :* c'est le résultat qu'on *obtient en comparant une station de ville avec une station de montagne;* tandis que le passage de la plaine à la montagne se traduit,

avant tout, par une réduction considérable de la déperdition positive *quand on a soin de comparer une station de plaine en rase campagne avec la station de montagne.*

3. Mesures comparées : au sommet du Puy de Dôme et en divers points du chemin des Mulets qui, par l'est de la montagne, conduit au petit Puy de Dôme et au Nid de la Poule; puis à l'intérieur du Nid de la Poule, cratère dont le fond est à 40ᵐ au-dessous du point le plus bas du pourtour.

	Déperdition	
	négative.	positive.
a. Sommet du Puy de Dôme (1465ᵐ)......	2,8 div. par min.	0,66 div. par min.
b. Sur le chemin des Mulets, côté SE (poteau 87 du tramway projeté) (1387ᵐ)..	2,5	1,35
c. Promontoire rocheux, au NE, en regard du petit Puy de Dôme (1360ᵐ).......	3,0	0,95
d. Col entre le grand et le petit Puy de Dôme (1237ᵐ).....................	2,0	0,90
e. Sommet du petit Puy de Dôme (1274ᵐ)..	1,85	0,90
f. Fond du Nid de la Poule (1190ᵐ).......	2,2	1,95

Les deux déperditions redeviennent presque égales au fond du Nid de la Poule, à près de 1200ᵐ d'altitude, et quand on passe de ce creux au sommet, très voisin, du petit Puy de Dôme, on constate qu'on n'a pas d'augmentation de la déperdition négative (il y a même, en apparence, diminution due sans doute à ce qu'on opère dans de moins bonnes conditions, à cause du vent), mais qu'il y a certainement réduction de moitié de la déperdition positive.

On ne saurait être trop prudent, en généralisant les conclusions de mesures, qui, souvent, ont été *croisées*, mais n'ont pas été *simultanées*.

Seules, des mesures simultanées pourront permettre d'affirmer, par exemple, ce que nos mesures paraissent indiquer, que, sur une plaine de 330ᵐ d'altitude et sur un plateau de 1200ᵐ, la déperdition normale reste du même ordre de grandeur. Mais ce qu'il est permis de conclure de notre exploration, c'est : 1° que, tout au moins jusqu'à 1500ᵐ, et si l'on se borne à étudier la déperdition au voisinage du sol, c'est le relief qui joue le rôle fondamental, et non l'altitude, dans la dissymétrie qui s'accuse entre les deux déperditions, quand on passe de la plaine ou du plateau à la montagne; 2° qu'à condition d'opérer toujours en rase campagne, l'exagération de l'intensité du champ électrique au voisinage des sommets a pour effet de réduire la déperdition positive beaucoup plus que d'accroître la déperdition négative.

MM. J. Saint-Lager et Marius Audin adressent une Note intitulée : *Influence des oxydes de manganèse du sol sur la production des éthers dans le vin.*

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 30 octobre 1905.

Lettres américaines d'Alexandre de Humboldt, 1798-1807, précédées d'une Notice de J.-C. Delamétherie et suivies d'un choix de documents en partie inédits, publiées avec une Introduction et des Notes par le Dr E.-T. Hamy, Membre de l'Institut. Paris, E. Guilmoto, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye. Hommage de M. Hamy.)

Histoire des Mathématiques, par W.-W. Rouse Ball; édition française revue et augmentée, traduite sur la troisième édition anglaise, par L. Freund; Tome I. Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Traité de Physique, par O.-D. Chwolson; Ouvrage traduit sur les éditions russes et allemandes, par E. Davaux; édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de Notes sur la Physique théorique par E. Cosserat et F. Cosserat. Tome Ier, 1er fascicule : *Introduction, Mécanique, Méthodes et Instruments de mesure;* Tome II, 1er fascicule : *Émission et absorption de l'énergie rayonnante, Vitesse de propagation, Réflexion et Réfraction.* Paris, A. Hermann, 1906; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Les quantités élémentaires d'Électricité, Ions, Électrons, Corpuscules; Mémoires réunis et publiés par Henri Abraham et Paul Langevin; 1er et 2e fascicule. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Amagat.)

Monographs of the United States geological Survey; vol. XLVII : *A treatise on metamorphism,* by Charles-Richard van Hise. Washington, 1904; 1 vol. in-4°.

Annuario publicado pelo Observatorio do Rio-de-Janeiro para o anno 1905. Rio-de-Janeiro, Imprensa nacional, 1905; 1 vol. in-12.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés à fonction mixte de l'acide camphorique droit et sur la β-campholide.* Note de MM. **A. Haller** et **G. Blanc.**

Dans un travail antérieur (1), l'un de nous a montré que l'anhydride camphorique, réduit au sein de l'alcool par de l'amalgame de sodium, donne naissance à une lactone, la campholide α, reproduite plus tard par MM. Bæyer et Williger (2) en traitant du camphre par du persulfate de potassium et de l'acide sulfurique et, tout récemment (3), par réduction du camphorate acide de méthyle α.

Cette lactone peut être convertie en nitrile par du cyanure de potassium, puis en acide homocamphorique dont le sel de plomb régénère le camphre, avec ses propriétés primitives, quand on le calcine (4).

Cette succession de réactions fait voir qu'on peut aisément remonter de l'acide camphorique au camphre.

Mais, dans l'acide camphorique, les points d'attache des deux carboxyles ne sont pas identiques, de sorte qu'il est possible de concevoir une seconde

---

(1) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 293.

(2) A. Bæyer et Williger, *Deut. chem. Ges.*, t. XXXII, p. 3630.

(3) G. Blanc, *Comptes rendus*, t. CXXXIX.

(4) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 446.

campholide que nous appellerons β-*campholide :*

$$\begin{array}{l} CH^2 - CH - COOH\ (\alpha) \\ \quad CH^3 - C - CH^3 \\ CH^2 - C - COOH\ (\beta) \\ \qquad\ CH^3 \end{array}$$

Acide camphorique.

$$\begin{array}{l} CH^2 - CH - CH^2\ (\alpha) \\ \quad CH^3 - C - CH^3 \quad \rangle O \\ CH^2 - C - CO\ (\beta) \\ \qquad\ CH^3 \end{array}$$

α-campholide.

$$\begin{array}{l} CH^2 - CH - CO \\ \quad CH^3 - C - CH^3 \quad \rangle O. \\ CH^2 - C - CH^2 \\ \qquad\ CH^3 \end{array}$$

β-campholide.

Ce composé, soumis à la même série de réactions que celles que nous avons fait subir à la campholide α, devait fournir un nitrile, un acide homocamphorique et finalement un nouveau camphre isomère avec les dérivés correspondants du composé α.

Des essais en vue de la préparation de cette lactone β avaient déjà été tentés, sans succès, en 1896 [1].

Nous nous sommes alors adressés au camphorate acide de méthyle β ou de saponification [2] que nous avons réduit par du sodium et de l'alcool absolu, suivant une méthode qui a permis à l'un de nous de transformer l'acide isolauronolique en alcool correspondant [3] et dont le caractère de généralité a été mis en évidence en collaboration avec M. Bouveault [4].

Préparation du camphorate acide de méthyle β *ou de saponification.* — Ce composé prend naissance quand on saponifie du camphorate neutre de méthyle par de la potasse alcoolique. Or, quand on éthérifie l'acide camphorique par l'alcool méthylique et l'acide chlorhydrique, une partie seulement (25 pour 100 environ) est convertie en éther neutre, le reste de l'acide donnant du camphorate acide α soluble dans le carbonate de soude.

Pour transformer la totalité de l'acide en éther neutre, nous avons chauffé au bain-marie de l'éther acide α (420g) avec du trichlorure de phosphore (98g). Au bout de 1 à 2 heures on laisse refroidir, et l'on sépare l'acide phosphoreux au moyen d'un entonnoir à robinet. On peut aussi chauffer quelque temps à 100° les quantités équi-

---

(1) A. Haller, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XV, p. 985.

(2) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CXIV, p. 19; *Revue générale des Sciences* de M. L. Olivier, 1892, p. 261. M. Brühl (*Deut. chem. Ges.*, t. XXV, 1892, p. 1796), qui a préparé les deux camphorates acides après nous, appelle l'éther α *éther-ortho* et l'éther β *éther-allo*. Nous leur avons conservé les noms donnés primitivement et avons mis ceux des deux campholides en harmonie avec eux.

(3) G. Blanc, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVIII, p. 181.

(4) Bouveault et G. Blanc, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 666.

valentes d'éther acide et de chlorure de thionyle. Le chlorure formé est un liquide incolore, mobile, qui ne peut être distillé sans subir de décomposition en anhydride camphorique et chlorure de méthyle. Cette décomposition est déjà sensible à 100°, mais est très rapide vers 150°-180° :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CO^2CH^3\ [\alpha]\\ COCl\ [\beta]\end{matrix}\right. = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CO\\ CO\end{matrix}\right\rangle O + CH^3Cl.$$

Ce chlorure éther, chauffé avec de l'alcool méthylique, donne quantitativement de l'éther neutre, qu'il suffit de rectifier et de saponifier ensuite avec la quantité théorique de potasse dans de l'alcool méthylique, pour obtenir le camphorate acide β.

Ce même chlorure se prête encore à d'autres réactions, notamment à la préparation de l'*éther amide* αβ ou β-*camphoramate de méthyle* α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CO^2CH^3\ [\alpha]\\ CONH^2\ [\beta]\end{matrix}\right.$ qui s'obtient par l'action de l'ammoniaque en solution aqueuse sur le chlorure éther. Il se forme en même temps de la camphorimide qu'on sépare par une série de cristallisations fractionnées.

Le β-camphoramate de méthyle α est un peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool étendu d'où il cristallise en cristaux blancs fondant à 139° et ayant dans l'alcool le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +57°15'$ à 27°.

Le β-*phénylhydrazinate de méthyle* α : $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CO^2CH^3[\alpha]\\ CONH.NHC^6H^5[\beta]\end{matrix}\right.$ a été obtenu comme l'amide en traitant le chlorure éther par de la phénylhydrazine.

Ce composé, peu soluble dans l'alcool, fond à 158° et possède le pouvoir rotatoire $[\alpha] = +42°,8$ à 26°.

L'anilide et la paratoluide sont incristallisables.

On conçoit facilement que ce chlorure éther se prête à la préparation de nombreux dérivés mixtes de l'acide camphorique, sur lesquels nous nous proposons de revenir plus tard.

Chlorure α *éther* β : $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}COCl\ [\alpha]\\ CO^2CH^3\ [\beta]\end{matrix}\right.$. — Comme sa formule l'indique, ce composé prend naissance dans le traitement du camphorate acide de méthyle β, ou éther de saponification, par du trichlorure de phosphore ou du chlorure de thionyle.

Le mode opératoire est le même. Pas plus que son isomère, ce composé n'est susceptible d'être distillé. Mais comme son isomère il peut former une série de combinaisons mixtes de l'acide camphorique. Nous avons préparé :

L'α-*camphoramate de méthyle* β : $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CONH^2\ [\alpha]\\ CO^2CH^3\ [\beta]\end{matrix}\right.$, en traitant le chlorure éther par de l'ammoniaque. La formation de ce dérivé mixte est accompagnée de celle de camphorimide qu'on sépare par cristallisation fractionnée.

Cet amide éther se présente sous la forme de beaux cristaux blancs, solubles dans l'alcool et un peu solubles dans l'eau. Il fond à 148° et son pouvoir rotatoire $[\alpha_0] = +23°20'$ à 25° est inférieur à celui que possède son isomère.

Nous n'avons pu réussir à obtenir à l'état cristallisé les anilide, *p*-toluide et phénylhydrazide éthers.

β-campholide : $\begin{array}{l} CH^2\text{——}CH\text{—}CO \\ \big| CH^3\text{—}C\text{—}CH^3 \rangle O \\ CH^2\text{——}C\text{——}CH^2 \\ \quad\quad\quad CH^3 \end{array}$. — Cet isomère de l'α-campholide a été préparé en réduisant une solution de 50^g de camphorate acide de méthyle β dans 350^g d'alcool, par 50^g de sodium qu'on ajoute en une fois au mélange. Au début, la réaction est très violente, mais se calme par suite de la formation d'un sel de sodium peu soluble.

On chasse l'alcool par distillation, on reprend le résidu par de l'eau, on acidule légèrement la solution et l'on extrait à l'éther. On agite avec une solution de carbonate de soude. La campholide reste dans l'éther et on la purifie par cristallisation.

Les rendements en campholide sont très faibles, car un kilogramme d'éther acide β n'a fourni que 26^g de lactone.

Les résidus sont constitués par un mélange d'éther β et d'acide camphorique. Ils peuvent servir à la préparation d'une nouvelle quantité de l'éther β, en les soumettant au même cycle d'opérations déjà indiquées.

La réduction directe du β-chlorure d'éther α, $C^8H^{14}\langle\begin{array}{l}CO^2.CH^3\,[\alpha]\\ COCl\,[\beta]\end{array}$, opérée dans les conditions les plus diverses, n'a fourni la lactone cherchée qu'avec un rendement dérisoire.

La campholide β cristallise dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole en cristaux blancs et barbelés, fondant à 218°-220° (en tube fermé). Elle est très soluble dans l'alcool et l'éther, peu soluble dans la ligroïne. Son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +39°20'$ à 15°. Elle se dissout dans la soude à chaud, mais les acides minéraux la reprécipitent de sa dissolution. Traitée par de l'acide bromhydrique en solution acétique, elle ne forme pas de dérivé bromé. Le pentabromure de phosphore l'attaque lentement et difficilement et le produit, versé dans l'alcool, constitue l'éther bromé $C^8H^{14}\langle\begin{array}{l}CH^2Br\\ CO^2C^2H^5\end{array}$, liquide assez mobile, d'une odeur tenace qui renferme toujours une certaine quantité de campholide non altérée.

Nous avons tenté de soumettre cette campholide à la même série de réactions que celles auxquelles a été soumis son isomère la campholide α, dans le but d'aboutir à la préparation d'un camphre β dans lequel le groupe CO se trouve à la place du radical CH^2 voisin et *vice versa :*

$$\underbrace{\begin{array}{l} CH^2\text{——}C\text{——}CO \\ \big| CH^3\text{—}C\text{—}CH^3 \rangle O \\ CH^2\text{——}C\text{——}CH^2 \\ \quad\quad\; CH^3 \end{array}}_{\text{Campholide } \beta.} \rightarrow \underbrace{\begin{array}{l} CH^2\text{——}C\text{—}COOH \\ \big| CH^3\text{—}C\text{—}CH^3 \\ CH^2\text{——}C\text{—}CH^2.CN \\ \quad\quad\; CH^3 \end{array}}_{\text{Nitrile } \beta.} \rightarrow \underbrace{\begin{array}{l} CH^2\text{——}C\text{—}COOH \\ \big| CH^3\text{—}C\text{—}CH^3 \\ CH^2\text{——}C\text{—}CH^2.CO^2H \\ \quad\quad\; CH^3 \end{array}}_{\text{Ac. homocamphorique } \beta.} \quad \underbrace{\begin{array}{l} CH^2\text{—}C\text{——}CO \\ \big| CH^3\text{—}C\text{—}CH^3 \big| \\ CH^2\text{—}C\text{——}CH^2 \\ \quad\quad\; CH^3 \end{array}}_{\text{Camphre } \beta.}$$

Nous avons donc chauffé cette nouvelle lactone β avec du cyanure de potassium, en tubes scellés, à des températures dépassant 300°, pendant 5 heures, et avons constaté que la lactone demeure, pour ainsi dire, inaltérée et ne noircit même pas. En réunissant le produit de plusieurs opérations, c'est à peine si nous avons réussi à obtenir quelques milligrammes d'un acide azoté (sans doute l'isomère cherché de l'acide cyanocampholique), qui fond à 160°.

Devant cet insuccès, nous avons tenté d'arriver au résultat cherché en chauffant l'éther bromé $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2Br\,[\beta] \\ CO^2C^2H^5\,[\alpha] \end{cases}$ avec du cyanure de potassium. Quand on essaie de réaliser la double décomposition à l'état sec, il ne se produit aucune réaction et, quand on opère au sein de l'alcool, il y a départ d'acide cyanhydrique, et la lactone primitive est régénérée.

De l'ensemble de ces recherches il résulte donc : 1° qu'on peut obtenir une campholide β isomère de celle préparée par l'un de nous par réduction de l'anhydride camphorique, mais que cette nouvelle lactone ne se prête que très difficilement à la double décomposition avec le cyanure de potassium; 2° que les éthers camphoriques acides α et β (ortho et allo) fournissent des éthers chlorures correspondants, susceptibles de donner naissance à des molécules à fonctions mixtes.

Si dans nos recherches nous n'avons pas atteint complètement notre but, elles mettent néanmoins de nouveau en évidence les profondes différences fonctionnelles que présentent certains groupements, suivant le point de la molécule où ils sont attachés. Dans la campholide β, comme dans les éthers camphoriques acides β, les groupes fonctionnels qui résistent à l'action des réactifs sont tous deux unis à l'atome de carbone $-\overset{|}{\underset{\underset{CH^3}{|}}{C}}-$, tandis que, dans leurs isomères α, ces mêmes groupements sont fixés sur un atome de carbone $-\overset{|}{\underset{\underset{H}{|}}{C}}-$. Il semble donc que, dans ces derniers corps, la présence d'un atome d'hydrogène uni au carbone, qui sert de point d'attache aux groupements CO^2R ou $\begin{matrix}\diagdown \\ CH^2\diagup\end{matrix}O$, favorise les réactions.

Depuis quelques années on a d'ailleurs appelé l'attention sur des phénomènes de même genre que présentent de nombreuses molécules organiques.

PALÉONTOLOGIE. — *L'evolution des Mammifères tertiaires, importance des migrations*. Note de M. Ch. Depéret.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 5 juin 1905) sur les principes de l'évolution des Mammifères tertiaires, j'ai déjà énoncé le fait général suivant : lorsqu'on essaie d'établir la série des formes qui représentent l'évolution d'un *rameau naturel*, on se trouve, après un trajet géologique plus ou moins long, presque toujours arrêté par un hiatus infranchissable; cet *arrêt apparent* correspond à l'arrivée brusque du groupe considéré, dans la région du globe que l'on étudie. Il importe de revenir sur cette loi générale des *changements de faunes par voie de migration* et d'en montrer tout l'intérêt par des exemples.

L'importance des migrations d'animaux terrestres, corrélatifs des grands changements dans la *paléogéographie* des continents, a été pleinement reconnue il y a un siècle par G. Cuvier. L'illustre fondateur de la Paléontologie avait été frappé à juste titre de l'absence ou de la rareté des formes de passage entre les faunes fossiles superposées. Exagérant sans doute un peu, faute de documents, les conséquences de ce fait d'observation, Cuvier avait conclu au renouvellement intégral des faunes (après leur destruction par les *révolutions du globe*), non point par des *créations* successives, comme on le lui a souvent reproché bien à tort, mais par des *migrations* lointaines d'animaux étrangers à la région. Plus tard, de nombreux paléontologistes, Wallace, Lydekker, Zittel, Schlosser, Gaudry, Osborn, Ameghino, etc., ont porté leur attention sur ces phénomènes et en ont fait ressortir la portée. Il me semble toutefois que ces données sont restées dans un domaine trop spéculatif, incomplètement étayées par des démonstrations de fait précises. C'est ainsi que la plupart des essais de *phylogénie* ou d'*enchaînements*, tentés sur divers groupes de Mammifères fossiles, pèchent surtout parce que leurs auteurs ont recherché presque toujours sur place, dans le sol même de la contrée qu'ils habitent, les divers chaînons de l'évolution de ces groupes.

Sans doute, il existe encore de grandes difficultés pratiques pour ressouder bout à bout les segments de la ligne brisée que forme l'évolution de chacun des innombrables rameaux des Mammifères. Pourtant la route se déblaie à mesure des découvertes; c'est ainsi que l'exhumation récente dans l'Oligocène et l'Éocène du désert libyque des ancêtres des Probosci-

diens, *Mastodontes, Dinotherium* (dont l'introduction se fit d'une manière si brusque en Europe au début du Miocène et dont l'origine était jusqu'ici une énigme insoluble), nous montre la méthode à suivre et la nécessité de rechercher les *centres de dispersion* de chaque rameau.

Un travail préliminaire est du moins possible dès à présent; c'est d'établir, pour chaque région dont l'exploration paléontologique est suffisamment avancée, la part qui revient à chacun des deux facteurs qui déterminent les changements de faunes : 1° l'*évolution sur place;* 2° les *migrations d'origine lointaine.*

Je vais essayer d'analyser ces faits pour les faunes tertiaires d'Europe, où cette distinction n'a jamais été établie d'une façon méthodique.

A. Faunes éocènes.

I. Étage *Thanétien* (gisements de la Fère et de Cernay, contenant les plus anciennes faunes de l'Ancien Monde).

1° *Évolution sur place.* — Un seul fait; le *Neoplagiaulax* (Multituberculés) se rattachant, malgré la grande lacune du Crétacé, au *Plagiaulax* du Purbeck;

2° *Migrations d'origine nord-américaine* (on trouve au Nouveau-Mexique des types voisins des formes européennes dès l'étage de Puerco antérieur à Cernay). Arrivée en Europe des Créodontes (*Proviverridés, Arctocyonidés, Mesonychidés*) et des Condylarthrés (*Phénacodidés*);

3° *Migrations d'origine inconnue* des Insectivores (*Adapisoricidés*) et des deux groupes énigmatiques des *Pleuraspidothéridés* et des *Plesiadapidés.*

II. Étage *Sparnacien* (gisements de Soissons, Meudon, Vaugirard, Pont-Sainte-Maxence, en France; Woolwich beds et basement-bed du London Clay, en Angleterre); faune malheureusement encore très pauvre.

1° *Évolution sur place.* — Aucun fait connu, sauf pour la progression de taille des espèces de *Coryphodon;*

2° Importantes *migrations nord-américaines :* Créodontes (*Palæonictis, Pachyæna*), Amblypodes (*Coryphodon*) et Tillodontes (*Platychærops* et peut-être *Calamodon* d'Egerkingen);

3° *Apparition brusque* des Imparidigités (Hyracothéridés, g. *Hyracotherium*) dont le centre de dispersion est probablement aussi l'Amérique du Nord.

III. Étage *Yprésien* (gisements d'Ay, Cuis, appartenant au sommet de l'étage).

1° *Évolution sur place :* les genres *Adapisoriculus* et *Plesiadapis* passent, d'après Lemoine, en se modifiant un peu, de la faune de Cernay à celle d'Ay. Évolution des Hyracothéridés jusqu'au stade *Propachynolophus;*

2° *Apparition brusque* des Primates mésodontes (*Notharctidés,* g. *Protoadapis*), de quelques Créodontes (*Oxyænidés*), des Rongeurs Pseudosciuridés (*Decticadapis*) et Sciuridés (*Plesiarctomys*), des Lophiodontidés (rameaux parallèles *Lophiodon* et *Elasmotherium*) et des Paridigités Suilliens (*Protodichobune*), groupes probablement tous d'*origine nord-américaine.*

IV. Étage *Lutécien,* deux faunes successives :

a. Lutécien inférieur et *moyen* (gisements d'Argenton, de Bracklesham et partie du sidérolithique d'Egerkingen et de Lissieu). *Évolution sur place* des Lophiontidés (*Lophiodon, Elasmotherium*) et des Hyracothéridés qui divergent en deux rameaux : *Pachynolophus* et *Propalæotherium.*

b. Lutécien supérieur (gîtes du calcaire grossier de Paris : Nanterre, Vaugirard, Gentilly; de Coucy, Dampleix; de Buschweiler, d'Issel; la plus grande partie du sidérolithique d'Egerkingen et de Lissieu) :

1° *Évolution sur place :* suite des Lophiodontidés (*Lophiodon, Elasmotherium*) et des Hyracothéridés (*Pachynolophus, Propalæotherium* et formes de passage aux *Lophiotherium*). Évolution des Proviverridés (*Proviverra*), des Rongeurs (*Sciuroides, Plesiarctomys*) et des Dichobunidés (*Dichobune*);

2° Importantes *migrations d'origine inconnue* des Palæothéridés (apparaissant subitement avec leurs deux rameaux *Palæotherium* et *Plagiolophus*), des Anchilophidés (*Anchilophus*), des Suidés (*Chæromorus, Acotherulum*), des Anthracothéridés (*Catodus,* n. g., précurseur des *Brachyodus*), des Dacrythéridés (*Dacrytherium*), des Xiphodontidés (*Xiphodontherium*), des Dichodontidés (*Dichodon, Tetraselenodon, Haplomeryx*), des Sciuridés (*Sciurus*), des Talpidés (*Amphidozotherium*), des Adapidés (*Adapis, Cænopithecus*);

3° *Migrations nord-américaines,* de plusieurs types de Primates mésodontes (*Pelycodus, Hyopsodus*) et probablement des Lémuriens Anaptomorphidés (*Necrolemur*) et des Hyænodontidés.

V. Étage *Bartonien* [gîtes du calcaire de Saint-Ouen, des grès du Castrais, de Robiac (Gard), sidérolithique d'Heidenheim et partie de celui de Mormont].

1° Évolution sur place : suite des Lophiodontidés (derniers *Lophiodon* et *Elasmotherium*), des Hyracothéridés (*Lophiotherium* primitifs), des Palæothéridés (nombreux rameaux parallèles), des Anchilophidés, des Anthracothéridés (*Catodus*), des Suidés (*Chæromorus, Chæropotamus*), des Xiphodontidés (*Xiphodon, Xiphodontherium*), des Créodontes (*Hyænodontidés*), des Sciuridés (*Plesiarctomys*), des Adapidés (*Adapis*);

2° *Migrations d'origine probablement nord-américaine* des Elalicothéridés (*Pernatherium*).

VI. Étage *Ludien,* deux faunes successives :

a. Ludien inférieur (gîtes de Saint-Hippolyte-de-Caton (Gard), d'Hordwell (Wight), masses inférieures du gypse de Paris; partie des phosphorites du Quercy.

1° *Évolution sur place :* suite des Palæothéridés, des Hyracothéridés (derniers *Lophiotherium*), des Anchilophidés, des Suidés (*Chæropotamus, Cebochærus*), des Dacrythéridés (*Dacrytherium*), des Dichodontidés (derniers *Dichodon*), des Anthracothéridés (*Catodus*), des Adapidés (*Adapis*), des Hyænodontidés (*Hyænodon, Quercytherium*);

2° *Aucune migration* nouvelle connue.

b. Ludien supérieur (gypse de Montmartre, gîtes de Gargas, de Mornoiron, de Villeneuve-le-Comptal, des Bembridge beds (Wight); partie des phosphorites.

1° *Évolution sur place :* suite des Palæothéridés, des Anchilophidés (derniers *Anchilophus*), des Xiphodontidés (*Amphimeryx, Xiphodon*), des Dacrythéridés (der-

niers *Dacrytherium*), des Anthracothéridés (premiers *Brachyodus*), des Suidés (derniers *Acotherulum*, *Chœropotamus* et *Cebochœrus*), des Dichobunidés (derniers *Dichobune*), des Hyænodontidés (*Hyænodon*, derniers *Pterodon*), des Sciuridés (*Plesiarctomys, Sciurus*), des Chiroptères, des Adapidés (derniers *Adapis*), des Lémuriens (derniers *Necrolemur*);

2° *Migrations d'origine inconnue* des Anoplothéridés (*Anoplotherium*), des Cænothéridés (*Cænotherium*), des Canidés (*Cynodictis*), des Rongeurs Theridomydés (*Theridomys*);

3° *Migration américaine* des Marsupiaux Didelphydés (*Peratherium*).

J'examinerai dans une autre Note l'évolution et les migrations des époques oligocène, miocène et pliocène et j'indiquerai les conclusions générales qui résulteront de cet exposé.

M. **Émile Picard** fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier sous le titre : *La Science moderne et son état actuel.*

M. **Lortet** fait hommage à l'Académie de la deuxième série de l'Ouvrage intitulé : *La Faune momifiée de l'ancienne Égypte*, qu'il publie en collaboration avec M. C. Gaillard.

CORRESPONDANCE.

M. **L. Boutan**, Directeur de la Mission permanente d'exploration en Indo-Chine, adresse son *Rapport annuel à l'Académie*.

(Renvoi à l'examen de la Commission de contrôle de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations récurrentes convergentes.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Émile Picard.

Soit une relation récurrente

$$\varphi_n = F(\varphi_{n-1}, \varphi_{n-2}, \ldots), \tag{1}$$

au moyen de laquelle nous définissons une suite indéfinie de quantités φ_1, $\varphi_2, \ldots, \varphi_n, \ldots$, un nombre fini quelconque, k, de ces quantités étant choisi

arbitrairement. Dans le cas où, quels que soient $\varphi_1, \ldots, \varphi_k$, les quantités φ_n tendent vers une limite φ indépendante de $\varphi_1, \ldots, \varphi_k$, nous dirons que la relation (1) est *convergente*. La limite φ sera une racine de l'équation

$$x = F(x, x, \ldots). \tag{2}$$

Il est aisé de construire des relations récurrentes convergentes. Ainsi la relation

$$\varphi_n = \lambda_1 + \lambda_2 \varphi_{n-1}^2 + \lambda_3 \varphi_{n-1}^3 + \ldots \tag{3}$$

convergera si $|\lambda_2|, |\lambda_3|, \ldots$ restent inférieurs à certaines quantités. Mais, en revanche, elle cessera de converger lorsque $|\lambda_2|, |\lambda_3|, \ldots$ ne seront plus assez petits : la convergence de (3) n'est donc pas une conséquence directe de la forme de cette relation, mais bien de l'ordre de grandeur des coefficients.

Cette remarque m'a conduit à me poser la question suivante : *n'existe-t-il pas certains types de relations récurrentes dont la convergence soit assurée, quelles que soient les valeurs prises par les paramètres qui y figurent?* S'il existe de telles relations, nous dirons qu'elles sont *essentiellement convergentes*.

Imaginons, d'une manière générale, que l'on introduise un nombre quelconque de paramètres $\lambda_1, \lambda_2, \ldots$ dans les coefficients de (2) et de (1) et que F soit fonction holomorphe de ces paramètres et de $\varphi_{n-1}, \varphi_{n-2}, \ldots$.

Soit, d'autre part, *si cette limite existe*, α la limite du rapport $\alpha_n = \frac{\varphi_n - \varphi}{\varphi_{n-1} - \varphi}$. Nous appellerons α *coefficient de convergence* de la relation (1). Soit encore α' la limite du rapport $\dfrac{\frac{1}{\alpha_n} - \frac{1}{\alpha}}{\frac{1}{\alpha_{n-1}} - \frac{1}{\alpha}}$. α' sera le coefficient de convergence second de la relation (1), et ainsi de suite.

Partons d'un système particulier de valeurs des paramètres, pour lequel la relation (1) converge et admette des coefficients de convergence des divers ordres. Je me suis proposé de trouver les conditions nécessaires et suffisantes pour que la relation (1) ne cesse pas de converger lorsque les paramètres varient. Je me borne à énoncer le résultat général auquel je suis parvenu. *Les conditions nécessaires et suffisantes sont :*

1° *Qu'au voisinage du système initial de valeurs des λ, le coefficient de con-*

vergence α *de la relation satisfasse à l'équation*

$$(4) \qquad \alpha = \frac{\varphi}{\varphi_{(1)}},$$

φ étant la limite de la relation, racine [1] de l'équation (2), et $\varphi_{(1)}$ celle des racines de (2) dont le module est immédiatement supérieur à $|\varphi|$;

2° *Que la racine* φ *de* (2) *soit, pour le système de valeurs des* λ *considéré, seule de son module.* (On peut alors passer du système initial au système final de telle manière que cette seconde condition soit satisfaite dans toutes les phases intermédiaires.)

Soit $\varphi_{(2)}$ celle des racines de (2) dont le module est immédiatement supérieur à $|\varphi_{(1)}|$. Le coefficient de convergence α existera pour tout système de valeurs des λ, sauf pour ceux qui rendent $|\varphi_{(2)}|$ égal à $|\varphi_{(1)}|$. Pour ces systèmes particuliers, le rapport $\frac{\varphi_n - \varphi}{\varphi_{n-1} - \varphi}$ ne tendra plus vers une limite, mais le module $\left|\frac{\varphi_n - \varphi}{\varphi_{n-1} - \varphi}\right|$ sera néanmoins (à partir d'une certaine valeur de n) inférieur à $\left|\frac{\varphi}{\varphi_{(1)}}\right| + \varepsilon$, quelque petit que soit ε.

Pour reconnaître, dans la pratique, si une relation récurrente donnée est essentiellement convergente, on posera

$$\varphi_{n-1} = \varphi + \delta\varphi, \qquad \varphi_n = \varphi + \alpha\,\delta\varphi, \qquad \varphi_{n-2} = \varphi + \frac{\delta\varphi}{\alpha}, \; \ldots$$

Substituant ces valeurs dans la relation (1), et retranchant du résultat obtenu l'égalité

$$\varphi = F(\varphi, \varphi, \ldots),$$

on obtiendra une équation de la forme

$$(5) \qquad G(\varphi, \alpha) = 0.$$

Pour que la relation donnée soit essentiellement convergente, il faut et il suffit que l'équation (5) exprime que la quantité $\frac{\varphi}{\alpha}$ est racine de l'équation (2).

Éclairons ce qui précède par un exemple. Je dis que la relation récurrente

$$(6) \qquad \frac{1}{\varphi_n} = a_0 + a_1\varphi_{n-1} + a_2\varphi_{n-1}\varphi_{n-2} + a_3\varphi_{n-1}\varphi_{n-2}\varphi_{n-3} + \ldots$$

---

[1] φ est la racine du plus petit module de l'équation (2).

est convergente. En effet, cette relation converge et admet des coefficients de convergence au voisinage de $a_1 = a_2 = \ldots = 0$. Si maintenant nous effectuons le calcul indiqué plus haut, nous obtenons, comme équation (5), l'égalité

$$-\frac{1}{\varphi} = a_1 \frac{\varphi}{\alpha} + a_2 \varphi^2 \left(\frac{1}{\alpha} + \frac{1}{\alpha^2} \right) + \ldots .$$

Or cette égalité, jointe à l'égalité

$$\frac{1}{\varphi} = a_0 + a_1 \varphi + a_2 \varphi^2 + \ldots,$$

exprime que la quantité $\frac{\varphi}{\alpha}$ est, de même que φ, une racine de l'équation (2) correspondant à la relation (6). Donc, d'après notre théorème, la relation (6) converge. La limite φ se trouve être la racine de plus petit module de l'équation (2). On voit sans peine que l'expression de φ déduite de la relation (6) ne diffère pas, en réalité, de la célèbre formule obtenue en 1892 par M. Hadamard.

Avec les quantités φ_n, φ_{n-1}, ... définies par la relation (6) nous pouvons aussi former des expressions simples convergeant vers les autres racines de (2). Ainsi il résulte de (4) que l'expression $\varphi_n \frac{\varphi_{n-1} - \varphi_{n-2}}{\varphi_n - \varphi_{n-1}}$ converge vers $\varphi_{(1)}$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les réduites d'une certaine catégorie de fonctions.* Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Émile Picard.

Soit $f(x)$ la fonction génératrice d'une quantité a_n satisfaisant à l'équation aux différences finies, d'ordre p,

$$(1) \qquad (\alpha_0 + \beta_0 n) a_n + (\alpha_1 + \beta_1 n) a_{n+1} + \ldots + (\alpha_p + \beta_p n) a_{n+p} = 0,$$

où les α et les β désignent des quantités indépendantes de n. On sait que $f(x)$ satisfera à une équation différentielle, linéaire et du premier ordre, à coefficients rationnels, qu'il est facile de former et que je désignerai par (E).

Soit $V_{\mu\nu} = l_0 + l_1 x + \ldots + l_\mu x^\mu$ un polynome quelconque de degré μ, et posons

$$V_{\mu\nu} f(x) = k_0 + k_1 x + k_2 x^2 + \ldots;$$

on aura, généralement,

$$k_m = l_0 a_m + l_1 a_{m-1} + \ldots + l_\mu a_{m-\mu} \qquad (m \geqq \mu).$$

Grâce à la relation (1), qui permet d'exprimer toutes les quantités a en

fonction de p d'entre elles, on pourra éliminer toutes celles de ces quantités qui entrent dans les expressions de $k_m, k_{m+1}, \ldots, k_{m+p}$, et l'on obtiendra une relation de la forme

$$(2) \qquad \mathrm{A}k_m + \mathrm{B}k_{m+1} + \ldots + \mathrm{L}k_{m+p} = 0$$

où A, B, ..., L sont des polynomes entiers en m, dépendant en outre des cofficients $l_0, l_1, \ldots, l_\mu$ du polynome $\mathrm{V}_{\mu\nu}$. La fonction génératrice de k_m satisfera donc à une équation différentielle (F), linéaire, d'ordre égal au degré des polynomes A, B, ..., L par rapport à m, et que l'on pourra également former.

Si $\mathrm{V}_{\mu\nu}$ est le dénominateur de la réduite (μ, ν) de $f(x)$, et que

$$\mathrm{U}_{\mu\nu} = k_0 + k_1 x + \ldots + k_\nu x^\nu$$

en soit le numérateur, on a

$$\mathrm{V}_{\mu\nu} f(x) - \mathrm{U}_{\mu\nu} = k_{\mu+\nu+1} x^{\mu+\nu+1} + k_{\mu+\nu+2} x^{\mu+\nu+2} + \ldots,$$

et il s'ensuit que $\mathrm{V}_{\mu\nu} f(x) - \mathrm{U}_{\mu\nu}$ satisfera à l'équation (F).

Mais les dérivées de $f(x)$, grâce à l'équation (E), s'expriment linéairement au moyen de cette fonction elle-même. La quantité $\mathrm{V}_{\mu\nu} f(x) - \mathrm{U}_{\mu\nu}$ et ses dérivées seront donc des fonctions linéaires de $f(x)$, à coefficients rationnels en x. En les substituant dans l'équation (F), on obtiendra un résultat de la forme $\mathrm{P} f(x) + \mathrm{Q} = 0$, où P est une fonction linéaire de $\mathrm{V}_{\mu\nu}$ et de ses dérivées, à coefficients entiers en x, et Q une fonction linéaire de $\mathrm{V}_{\mu\nu}$, $\mathrm{U}_{\mu\nu}$ et leurs dérivées.

Si $f(x)$ n'est pas simplement une série récurrente, on en conclura que l'on a séparément

$$\mathrm{P} = 0, \qquad \mathrm{Q} = 0;$$

c'est-à-dire que l'*on aura deux équations différentielles linéaires auxquelles satisferont les polynomes* $\mathrm{V}_{\mu\nu}$ *et* $\mathrm{U}_{\mu\nu}$, *la première de ces équations étant relative au seul polynome* $\mathrm{V}_{\mu\nu}$, *dénominateur de la réduite* (μ, ν).

Par exemple, si l'équation (1) est réduite aux deux premiers termes seulement, la relation (2) est, en supposant $\nu \geqq \mu - 1$,

$$[\alpha_0 + (m-\mu)\beta_0](m-\nu)k_m + (\alpha_1 + m\beta_1)(m-\mu-\nu)k_{m+1} = 0;$$

la fonction $f(x)$ satisfait à l'équation

$$(\mathrm{E}) \qquad (\beta_1 + \beta_0 x) x \frac{df}{dx} - (\beta_1 - \alpha_1 - \alpha_0 x) f = (\alpha_1 - \beta_1) a_0,$$

et les équations $P = 0$ et $Q = 0$ sont

$$(\mathrm{P}) \quad \left\{ \begin{array}{l} (\beta_1 + \beta_0 x) V''_{\mu\nu} - \{\alpha_1 + (\mu + \nu - 1)\beta_1 + [\alpha_0 + (\mu + \nu - 1)\beta_0] x\} V'_{\mu\nu} \\ \qquad + \mu(\alpha_0 + \beta_0 \nu) V_{\mu\nu} = 0, \end{array} \right.$$

$$(\mathrm{Q}) \quad A x^2 U''_{\mu\nu} + B x U'_{\mu\nu} + C U_{\mu\nu} - (\beta_1 - \alpha_1) a_0 [(\mu + \nu + 1) V_{\mu\nu} - 2x V'_{\mu\nu}] = 0,$$

où, pour abréger, on a posé

$$\begin{aligned} A &= \beta_1 + \beta_0 x, \\ B &= \alpha_1 - (\mu + \nu + 1)\beta_1 + [\alpha_0 - (\mu + \nu - 1)\beta_0] x, \\ C &= (\mu + \nu + 1)(\beta_1 - \alpha_1) - (\alpha_0 - \mu\beta_0)\nu x. \end{aligned}$$

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz.* Note de M. **Győző Zemplén**, présentée par M. Appell.

Une onde de choc est une surface se propageant dans un gaz, sur laquelle la densité et la vitesse éprouvent des variations brusques.

Riemann (¹) a été le premier à donner une théorie mathématique de ce phénomène, pour le cas du mouvement rectiligne des gaz. Indépendamment de Riemann, le phénomène a été traité analytiquement par Hugoniot (²). Hadamard a donné un résumé complet de ces théories dans ses *Leçons sur la propagation des ondes* (Paris, 1903), dont j'adopte la nomenclature et les notations dans la Note présente.

On peut se figurer deux sortes d'ondes de choc : des *ondes de compression* (*positives*), se propageant vers la partie du gaz où la densité est la plus petite et des *ondes de dilatation* (*négatives*), se propageant vers la partie la plus dense.

Riemann a montré que, si l'on donne une distribution initiale des vitesses et des densités, de manière que ces quantités éprouvent sur une tranche une variation brusque, on peut décrire le mouvement ultérieur du gaz en se servant exclusivement d'*ondes de choc positives* et d'*ondes d'accélération*. L'impossibilité des ondes de choc négatives n'est encore nullement démontrée avec cela; en effet, Hadamard (³) a montré que, pour la même

(¹) *Mémoires de l'Académie des Sciences de Gœttingue,* t. VIII, 1860.
(²) *Journal de l'École Polytechnique,* t. XXXIII, 1887 et *Journal de Mathématiques pures et appliquées,* 4ᵉ série, t. II, 1887.
(³) *Leçons,* p. 194 et suiv.

distribution initiale des vitesses et des densités, il peut exister d'autres solutions satisfaisant à toutes les conditions de compatibilité qui peuvent conduire à des ondes de choc négatives. H. Weber a voulu déduire l'impossibilité des ondes de choc négatives du principe de l'énergie ([1]). Sa déduction n'est pas satisfaisante, car il opère avec la loi d'*adiabaticité statique* (loi de Poisson) au lieu de la loi d'*adiabaticité dynamique* établie par Hugoniot.

Il est du reste évident que la propagation des ondes de choc négatives n'est pas plus que celle des ondes positives en contradiction avec le principe de l'énergie (ni avec aucune autre équation *réversible* de la *Mécanique*).

C'est plutôt le second principe de la Thermodynamique, le principe de *Carnot-Clausius*, ou principe de l'entropie, qui rend impossible cette propagation : la chaleur produite dans une onde de choc positive est la chaleur du frottement interne entre les parties du gaz dotées de vitesses différentes aux deux côtés de l'onde; or la production de la chaleur de frottement est un phénomène irréversible, car il est accompagné d'un accroissement de l'entropie.

Le fait que dans une onde de choc positive se produit une transformation de l'énergie cinétique en chaleur résulte immédiatement du principe de l'énergie, appliqué à la masse gazeuse qui traverse pendant le temps dt la surface de l'onde, si l'on a égard aux conditions de compatibilité.

Je citerai ces équations du livre d'Hadamard [p. 191 et p. 188, éq. (64) et (65)] avec la modification suivante : je supposerai que *la vitesse de translation* de l'onde est nulle (c'est le seul cas qu'il convient d'examiner). On aura alors en prenant encore pour état initial l'état actuel de la région 1 :

$$\rho_0 = \rho_1, \qquad \omega_1 = 1, \qquad \omega_2 = \frac{\rho_1}{\rho_2},$$

$$\theta = \theta_1 = -u_1, \qquad \theta_2 = -u_2,$$

$$\rho_1 u_1 = \rho_2 u_2 = \frac{p_1 - p_2}{u_2 - u_1}. \tag{1}$$

Le travail des pressions (travail externe) sera

$$\delta L = (p_1 u_1 - p_2 u_2)\, dt,$$

(1) RIEMANN-WEBER, *Partielle Diff.-Gleichungen der math. Physik*, t. II, p. 489-498, Braunschweig, 1901.

la variation de l'énergie interne

$$\delta E_i = \frac{dt}{m-1}(p_2 u_2 - p_1 u_1),$$

la variation de l'énergie cinétique

$$\delta E_c = -\rho_1 u_1 \frac{u_1^2 - u_2^2}{2};$$

donc le principe de l'énergie, qui est en même temps expression de la loi d'*Hugoniot,* s'écrit

$$(2) \qquad p_1 u_1 - p_2 u_2 = \frac{1}{k-1}(p_2 u_2 - p_1 u_1) - \rho_1 u_1 \frac{u_1^2 - u_2^2}{2}.$$

A l'aide de (1) on tire de (2) (voir HADAMARD, *Leçons,* p. 191) :

$$(3) \qquad \frac{(p_1 + p_2)(u_1 - u_2)}{2} = \frac{1}{k-1}(p_2 u_2 - p_1 u_1) = \frac{\delta E_i}{dt}.$$

Pour une onde de choc positive se propageant de la région 1 vers la région 2, on aura

$$\theta_1 > 0, \qquad u_1 < 0, \qquad u_2 < 0,$$
$$\rho_1 > \rho_2, \qquad u_1 > u_2, \qquad \text{mais} \qquad u_1^2 < u_2^2.$$

Il résulte de (3) que δE_i est positive, tandis que δL et δE_c seront négatives.

Il y a donc une diminution de l'énergie cinétique, due d'une part à un travail *contre* des forces extérieures, d'autre part à une production de chaleur.

L'onde de choc n'est pas un phénomène *purement adiabatique* quand même le gaz est isolé parfaitement contre les sources de chaleur extérieures; dans le cas d'une onde positive le gaz même est la source d'un dégagement de chaleur, l'*entropie* du gaz ne restera donc pas constante après le passage de la discontinuité, elle sera plutôt *augmentée d'une quantité toujours positive* [1]. Le phénomène inverse, la transformation d'une quantité de chaleur en énergie cinétique, une production de mouvement aux frais de l'énergie interne du gaz par l'intermédiaire du frottement, une *diminution* de l'entropie, ne pourra se produire jamais et c'est pourquoi des ondes de choc négatives ne pourront se propager dans les gaz, mais elles se résoudront en ondes d'accélération immédiatement après leur production.

---

[1] La variation de l'entropie dans un phénomène est égale à $\sum \frac{Q}{T}$, où Q est la quantité de chaleur absorbée par le gaz, tandis que sa température était égale à T; dans le cas présent, Q est positif, donc la variation de l'entropie le sera aussi.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Remarque au sujet de la Note de* M. Gyözö Zemplén. Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Appell.

Les considérations développées par M. Gyözö Zemplén ont apporté, à un curieux problème de la Dynamique des gaz, une solution bien remarquable, puisqu'on se trouve en face d'une indétermination dynamique, dans laquelle le principe de Carnot permet le choix entre les deux mouvements qui sont, l'un et l'autre, compatibles avec toutes les équations du problème.

On peut remarquer que la considération directe de l'entropie fournit une démonstration très simple de ce résultat. L'entropie d'un gaz dépend, en effet, du produit pv^m : or, dans la loi de détente d'Hugoniot, ce produit est plus grand pour la partie la plus condensée que pour l'autre.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la gravitation.* Note de M. **V. Crémieu**, présentée par M. H. Poincaré.

A l'aide des appareils que j'ai précédemment décrits ([1]) j'ai déterminé les conditions de stabilité de l'équilibre d'une balance de torsion dans l'air, et ses conditions de stabilité et de mobilité dans l'eau. Les détails seront publiés ailleurs. Voici un résumé des premiers résultats.

1° *Balance de torsion dans l'air.* — Il faut soustraire la balance aux trépidations, aux variations de température et, de plus, *aux variations de la pression atmosphérique*. La double enveloppe avec couche liquide a été le moyen le plus sûr de réaliser cette dernière condition.

Au sein de cette enveloppe j'ai pu, avec le concours de M. L. Malcles, suivre les oscillations de la balance de torsion, depuis des élongations de 30 degrés jusqu'à 25 secondes, sans constater, dans la période ou les décrements, d'autres anomalies que celles, *très faibles*, attribuables à la torsion résiduelle du fil de suspension. Or la période était de 15 minutes environ, et la balance mettait près de 48 heures pour s'amortir.

Pour les expériences de gravitation, on fait des lectures de zéro, par élongations successives, en vidant et remplissant alternativement les cylindres. Il faut que ces opéra-

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 653.

tions soient conduites avec beaucoup de précaution, de façon à éviter tout échauffement du mercure, qui provoquerait des courants d'air dans le sein de l'enveloppe.

J'ai pu déterminer, pour huit valeurs de la distance entre les sphères et les cylindres, les déviations de la balance. Les calculs approximatifs, les seuls que j'aie pu encore terminer, montrent que ces déviations obéissent bien à la loi de l'inverse du carré de la distance, quand celle-ci varie de 25^{cm} à 10^{cm} de centre à centre, et 15^{cm} à 4^{mm} de surface à surface. Les chiffres suivants montrent la concordance des déviations successives, ainsi que la valeur de la correction due au changement de zéro provoqué par la torsion résiduelle, pour une distance de 102^{mm} entre centres :

Numéros.	Arrivée du mercure.	Numéros.	Départ du mercure.
	mm		mm
1	103,2	2	107,6
3	101,2	4	103,2
5	102,2	6	106,4
7	102,3	8	106,6
9	103	10	106,6

2° *Stabilité et mobilité de la balance de torsion immergée.* — Si la balance est réglée d'une façon convenable, l'introduction de la couche d'eau SS_1 modifie peu le zéro. L'électrodynamomètre BB_1 permet, d'ailleurs, de vérifier à chaque instant sa sensibilité et sa mobilité. La sensibilité demeure la même que dans l'air à la condition *indispensable*, que la surface libre SS et *toutes les surfaces de contact* entre le liquide et les pièces mobiles immergées soient rigoureusement propres et exemptes de bulles d'air. De plus, la balance est sensiblement apériodique et sa stabilité se trouve, par suite, plus parfaite que dans l'air.

Aussi longtemps que la propreté des surfaces se maintient, on peut effectuer dans l'eau des mesures de gravitation avec une netteté supérieure à celle obtenue dans l'air. En plus de l'amélioration due à l'apériodicité, on évite, grâce à la grande capacité calorifique de l'eau, toutes les petites perturbations provoquées par les échauffements inévitables qu'entraîne la circulation du mercure. Voici un exemple de la concordance des déviations successives dans l'eau :

Numéros.	Arrivée du mercure.	Numéros.	Départ du mercure.
	mm		mm
1	56,8	2	55,7
3	56,2	4	55,1
5	55,5	6	56
7	55,5	8	55,4

J'ai déterminé, pour trois valeurs de la distance, les déviations dans l'eau. Elles sont supérieures à celles que la mesure effectuée dans l'air, à la même distance, permettrait de prévoir. Voici les nombres obtenus :

Déviation dans l'eau.	Déviation dans l'air.
mm 104,7	mm 98
56,2	52,4
49,8	46

Je n'ai pu faire un plus grand nombre de déterminations, ni essayer les multiples vérifications qui s'imposent parce qu'un défaut de l'appareil rend ces mesures extrêmement longues et fatigantes. On a vu, en effet, que, par construction, l'eau SS baigne les parois du cylindre C_1C_1, en fer étamé, le joint du fond de ce cylindre, ainsi que le pied du support de la balance de torsion. Quels que soient les vernis essayés et en dépit de très longs lavages préalables, l'eau distillée dissout lentement de l'oxyde de fer, des matières grasses et des vernis. Au bout de 3 à 4 jours, on constate que la sensibilité limite de la balance a diminué. Elle se comporte comme si elle avait *un véritable frottement au départ,* et, une fois partie, ne reprend pas son zéro. On constate alors que l'eau est très légèrement troublée; et il ne suffit pas de la renouveler, il faut, de plus, démonter tout l'appareil pour nettoyer les sphères mobiles, sur lesquelles une sorte de boue visqueuse, extrêmement fine, s'est déposée.

Pour pouvoir continuer les expériences il faudrait que toutes les parties immergées soient inoxydables et que le joint ne touche pas l'eau, ce qui nécessiterait de très coûteuses modifications.

Pour le moment, je me borne donc à tirer la conclusion suivante : *Il est possible de répéter, au sein des liquides, l'expérience de Cavendish, dans des conditions égales sinon supérieures à celles réalisées dans l'air.*

PHYSIQUE. — *Sur la conductibilité électrique du sélénium.* Note de M. **Maurice Coste**, présentée par M. Lippmann.

Pour mesurer la résistance du sélénium on le fond généralement entre deux lames métalliques. Par refroidissement rapide, on obtient du sélénium vitreux qui est isolant; en le recuisant on effectue sa transformation en sélénium *métallique* qui est conducteur. Le sélénium peut se combiner directement à la plupart des métaux; aussi obtient-on un sélénium qui contiendra, suivant les conditions de l'expérience (température, durée de chauffe), des proportions variables de séléniures.

L'or ne forme pas avec ce métalloïde de combinaison directe : il y a

cependant une légère attaque. Deux lames d'or isolées sont placées à 1^{mm} l'une de l'autre. Du sélénium est étendu de façon à remplir l'intervalle qui les sépare. Le refroidissement est assez rapide, le sélénium est vitreux et l'isolement est supérieur à 50 mégohms. Par recuit on transforme le sélénium; la résistance est de quelques milliers d'ohms. Un peu d'or s'est diffusé dans la masse en refondant le sélénium et, malgré un refroidissement rapide, on trouve que l'isolement n'est plus parfait, n'est plus que de quelques mégohms. L'expérience suivante montre bien que l'effet observé est dû à la dissolution du métal. Une feuille d'or pur de $0^{mm},01$ d'épaisseur est placée dans un tube de verre avec du sélénium. On fait le vide et le tube est fermé à la lampe. Le sélénium est fondu au contact de l'or, puis rassemblé dans une petite région du tube. En chauffant on le vaporise; il reste un petit cerne d'or adhérent au verre et très brillant s'il a été porté à température élevée.

En employant le carbone pur à la place des métaux, on évitera la complication due à la présence des séléniures. Deux variétés de carbone m'ont fourni des résultats identiques :

1° Un fil de charbon obtenu par calcination en vase clos de cellulose pure est amené à grosseur convenable de la façon suivante : le fil est placé sous une cloche de verre dans laquelle on fait le vide. On fait communiquer la cloche avec un récipient contenant de la gazoline, puis le fil est porté à température très élevée au moyen d'un courant électrique. Par l'effet de la température, la vapeur de gazoline est décomposée, le carbone se dépose sur le fil.

2° Du graphite de Sibérie, purifié par un traitement chimique, est aggloméré avec un peu de kaolin. La masse passe sous pression dans une filière en saphir. On obtient ainsi des bâtons bons conducteurs et bien rectilignes. Un premier mode de purification du sélénium consiste à le dissoudre incomplètement dans une solution de cyanure de potassium pur. La dissolution filtrée est versée goutte à goutte dans un grand ballon contenant une dissolution étendue et chaude d'acide chlorhydrique pur. Le précipité lavé à l'eau chaude est traité à nouveau de la même façon. Fondu dans le vide, il est distillé à six reprises différentes dans le vide. On obtient de cette façon une masse compacte très brillante à cassure vitreuse.

Effectuons la transformation du sélénium vitreux en sélénium métallique: une section vue au microscope présente un grand nombre de fissures de géodes avec pointements. La grandeur de ces géodes, les longueurs des pointements, le nombre plus ou moins grand de fissures varient beaucoup avec la façon d'effectuer la transformation et la vitesse de refroidissement. Indépendamment de la question de pureté du sélénium, l'auteur estime que la diversité des résultats obtenus par les différents expérimentateurs a pour cause la structure particulière de chaque échantillon.

Une autre propriété physique du sélénium métallique qui présente aussi une grande importance est sa viscosité.

Le sélénium métallique a un poids spécifique bien supérieur à celui du sélénium vitreux; la transformation commence toujours par la périphérie. Les parties internes se contractant à leur tour laisseront entre elles des intervalles. La présence de gaz en dissolution modifiera également la structure, car il s'en dégage une partie pendant la transformation. Les boursouflures ainsi produites sont très nettement visibles à l'œil.

Un échantillon transformé et qu'on laissera revenir à la température ordinaire ne prendra son état stable qu'au bout d'un certain temps.

Un parallélépipède de dimensions $90^{mm} \times 1^{mm} \times 0^{mm},5$ présente les valeurs suivantes :

Résistance initiale.............	44000 ohms	
	60000	1 heure après
	63500	2 »
	78000	24 »
	86000	48 h., 72 h., 96 h. après.

Deux échantillons de sélénium : l'un très compact, l'autre à texture à géodes présenteront des différences considérables au point de vue de la variation de résistance avec la température. Pour le second, par suite de dilatations inégales, la nature des contacts sera modifiée : il s'établira une légère pression aux points de contact et l'étendue des surfaces sera augmentée. Ces deux effets ont pour résultat de diminuer dans des proportions considérables les résistances au contact. On aura donc une diminution assez considérable de la résistance avec la température, quel que soit le sens de la variation pour le sélénium compact.

Pour obtenir du sélénium très sensible à l'action de la lumière, il faut l'obtenir à l'état métallique sous une forme aussi peu compacte que possible. L'effet dû à la lumière me paraît dû à deux causes : 1° modification de la nature de la surface du sélénium; 2° effet thermique dû à l'absorption des radiations lumineuses.

PHYSIQUE. — *Détermination de la conductibilité calorifique.* Note de M. J. **Thovert**, présentée par M. J. Violle.

La détermination de la vitesse de diffusion de la chaleur peut être ramenée à une mesure de longueur et de temps, comme nous l'avons fait

pour la détermination de la vitesse de diffusion des substances en solution (*Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 1197).

En imaginant un dispositif expérimental où la chaleur se propage dans une direction à l'intérieur d'une masse de forme prismatique ou cylindrique, et en prenant comme unité de quantité de chaleur celle qui accroît de 1° la température de l'unité de volume de la substance, la diffusion de la chaleur est soumise à l'équation

$$(1) \qquad \frac{d\theta}{dt} = \mathrm{D}\frac{d^2\theta}{dx^2},$$

si l'on néglige les pertes de chaleur par rayonnement ou conductibilité extérieure. La constante D, représentant la vitesse de diffusion de la chaleur, est liée à la conductibilité calorifique k, rapportée à la calorie, par la relation $k = \mathrm{D} \times c \times \rho$, où ρ désigne la masse spécifique et c la chaleur spécifique de la substance à la température de l'expérience.

Pour différentes conditions expérimentales, on peut mettre la solution de l'équation (1) sous la forme

$$(2) \qquad \theta = \mathrm{A} + \sum_{n=1}^{n=\infty} \mathrm{B}_n \cos\frac{n\pi x}{h}\, e^{-\frac{n^2\pi^2}{h^2}\mathrm{D}t},$$

où h désigne la longueur du fragment prismatique comprise entre deux sections à travers lesquelles le flux de chaleur est nul, ou bien maximum.

La série de l'équation (2) pouvant après une durée convenable se réduire à son premier terme, il en résulte qu'à partir d'un certain instant la température θ en un point quelconque variera comme l'exponentielle $e^{-\frac{n^2\pi^2}{h^2}\mathrm{D}t}$.

Si l'on prend les logarithmes népériens des valeurs successives de la température (ou de toute autre quantité qui lui soit proportionnelle), ces logarithmes seront fonction linéaire du temps, et le coefficient angulaire Δ de la variation sera lié à la vitesse de diffusion de la chaleur par la relation

$$\mathrm{D} = \frac{h^2}{\pi^2}\Delta.$$

Ainsi, ayant pris deux cylindres de fer de 5^{cm} de longueur, pouvant être mis en contact par deux faces rodées, on les a maintenus d'abord dans des enceintes présentant une différence de température de quelques degrés. Des soudures thermo-électriques en contact avec les faces extrêmes des cylindres étaient reliées à un galvanomètre.

Ayant mis les deux cylindres en contact, on a lu, sur l'échelle galvanométrique, les déviations L, aux instants marqués en secondes dans la première colonne du Tableau

suivant; la troisième colonne de ce Tableau contient les logarithmes naturels de L, et la dernière la variation par seconde de ces logarithmes; cette variation Δ est sensiblement constante.

t.	L.	$\mathcal{L}$ L.	Δ.
50	209	5,342	
60	188	5,236	0,0106
70	169	5,130	0,0106
80	152	5,024	0,0106
90	137	4,920	0,0104
100	123	4,812	0,0108
110	111	4,709	0,0103
120	100	4,605	0,0104
150	73	4,290	0,0106
180	53	3,970	0,0107
240	28	3,332	0,0106

Cette expérience n'est donnée ici qu'à titre d'exemple et de vérification assez grossière; mais on conçoit que, avec un choix judicieux des appareils et des dimensions, on puisse facilement réaliser les conditions suivantes : très faible différence de températures initiales et très grande rapidité de l'expérience. Ces conditions, nécessaires pour justifier l'approximation qui limite le phénomène de conductibilité étudié aux termes de l'équation (1), ont de plus l'avantage de bien préciser les circonstances de la mesure du coefficient de conductibilité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Spectres d'absorption ultra-violets des purines.* Note de M. **Ch. Dhéré**, présentée par M. Dastre.

Pour étudier l'absorption des radiations ultra-violettes par les purines j'ai eu recours au procédé photographique et j'ai employé comme source de lumière les étincelles d'une bobine d'induction jaillissant entre des électrodes constituées de fer et d'alliage d'Eder (Cd, Zn, Pb, en parties égales).

Le spectre ainsi obtenu, sans interposition de corps absorbant, est pratiquement continu, tellement les raies lumineuses s'y trouvent rapprochées, jusqu'à la raie n° 23 de Mascart (λ 231,4); il présente une luminosité sensiblement homogène, sauf les renforcements dus aux raies les plus éclatantes de l'alliage d'Eder qui servent de repères. Les raies les plus réfrangibles appartiennent au cadmium, au zinc et au plomb; elles sont assez espacées, mais d'une intensité suffisante. Je n'ai poussé l'examen que jusqu'à la raie n° 27 de Soret (λ 209,9).

Je faisais 13 photographies superposées sur chaque plaque : la première étant le spectre de comparaison; les 12 autres, les spectres d'absorption de la solution aqueuse de la purine considérée sous des épaisseurs progressivement croissantes.

Voici les résultats fournis par l'examen des *oxypurines*, exprimés en longueurs d'onde (λ) et en nombres de vibrations (N).

Sarcine (6.oxypurine) (*de la fabrique de E. Merck à Darmstadt*).
Solution à 1 pour 10000.

Épaisseurs de la couche interposée en mm.	Limites de la bande d'absorption.		Dernière raie transmise.	
	λ.	N.	λ.	N.
1......	»	»	209,9	476,4
2......	»	»	213,8	467,7
3......	250,1 — 244,5	399,8 — 409,0	213,8	467,7
4......	257,2 — 242,5	388,8 — 412,3	214,7	465,7
5......	259,5 — 237,5	385,3 — 421,0	214,7	465,7
6......	266,3 — 234,5	375,5 — 426,4	217,0	460,8
8......	267,5 — 233,0	373,8 — 429,1	219,5	455,5
10......	270,3 — 231,4	369,9 — 432,1	219,5	455,5
12......	271,5 — 226,6	368,3 — 441,3	219,5	455,5
14......	273,0 — 226,6	366,3 — 441,3	220,4	453,5
17......	273,0 — 220,4	366,3 — 453,7	220,4	453,7
20......	.....	.....	274,8	363,9

Xanthine (2.6.dioxypurine) (*de E. Merck*).
Solution à 1 pour 20000.

Épaisseurs de la couche en mm.	Limites de la bande d'absorption.		Dernière raie transmise.	
	λ.	N.	λ.	N.
2......	»	»	209,9	476,4
4......	»	»	213,8	467,7
6......	268,5 — 266,3	372,4 — 375,5	213,8	467,7
8......	270,0 — 261,3	370,3 — 382,7	214,7	465,7
10......	274,8 — 257,2	363,9 — 388,8	217,0	460,8
12......	274,8 — 255,7	363,9 — 391,0	219,5	455,5
16......	280,1 — 250,1	357,0 — 399,8	220,4	453,7
20......	282,2 — 247,6	354,3 — 403,8	224,1	446,2
24......	282,2 — 244,5	354,3 — 409,0	226,6	441,3
28......	283,2 — 238,0	353,1 — 420,1	231,4	432,1
34......	.....	.....	287,2	348,1
40......	.....	......	287,2	348,1

ACIDE URIQUE (2.6.8. TRIOXYPURINE) (*de Kahlbaum, Berlin*).
Solution à 1 pour 40000.

Limites des bandes d'absorption.

Épaisseurs de la couche en mm.	Bande I. λ.	Bande I. N.	Bande II. λ.	Bande II. N.	Dernière raie transmise. λ.	Dernière raie transmise. N.
3.......	»	»	»	»	209,9	476,4
6.......	»	»	»	»	209,9	476,4
9.......	»	»	»	»	209,9	476,4
12.......	292,0 — 288,0 (?)	342,4 — 347,2	»	»	213,8	467,7
15.......	294,9 — 280,1	339,1 — 357,0	236,5 — 234,5	422,8 — 426,4	213,8	467,7
18.......	298,0 — 274,8	335,5 — 363,9	238,0 — 233,0	420,1 — 429,1	213,8	467,7
24.......	298,5 — 268,4	335,0 — 372,5	244,0 — 228,9	409,8 — 436,8	214,7	465,7
30.......	300,0 — 266,3	333,3 — 375,5	.....	.....	247,6	403,8
36.......	303,5 — 262,8	329,5 — 380,5	.....	.....	248,0	403,2
42.......	303,5 — 261,3	329,5 — 382,7	.....	.....	250,1	399,8
51.......	305,0 — 259,8	327,8 — 384,9	.....	.....	252,6	395,9
60.......	.....	.....	.....	.....	306,0	326,8

En comparant les spectres d'absorption des trois purines précédentes, on voit que les bandes d'absorption (abstraction faite de la bande secondaire présentée par l'acide urique) se portent davantage du côté le moins réfrangible à mesure que la quantité d'oxygène augmente dans la molécule. Si nous relevons les raies extrêmes des spectres au moment de la disparition des bandes de transparence, nous avons, pour chacune de ces purines, les valeurs suivantes :

	λ.	N.
Monoxypurine........................	274,8	363,9
Dioxypurine..........................	287,2	348,1
Trioxypurine.........................	306,0	326,8

On peut donc conclure qu'au point de vue de leurs propriétés spectrales, comme au point de vue de leurs constitutions chimiques, ces trois purines forment série.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction des oxydes et sur un nouveau mode de préparation par l'aluminium du composé binaire* $SiMn^2$. Note de M. **Em. Vigouroux**.

A la suite des travaux de M. H. Moissan [1], sur la réduction de l'anhydride borique par le magnésium, nous avons entrepris des recherches touchant la décomposition de la silice soit par le magnésium, soit par l'aluminium. L'action des poudres de silice et de magnésium avait été successivement étudiée par Phipson [2], Parkinson [3], Gattermann [4] qui constatait de très fortes explosions, puis par Winckler [5] qui, même en ne chauffant que $0^{gr},2$ de leur mélange, voyait des gerbes de feu s'échapper brusquement de ses tubes et les briser. Des 1895 [6], nous avons montré : 1° que ces explosions étatent dues à l'humidité qui imprégnait les poudres; en les desséchant, nous avons pu facilement mettre en réaction plusieurs centaines de grammes; 2° qu'il était inutile de porter la totalité du mélange dans des foyers fortement chauffés, que la simple approche d'une allumette enflammée, susceptible de brûler quelques grains de magnésium, suffisait pour amorcer la réaction qui se propageait spontanément dans toute la masse; 3° que la chaleur correspondante était capable de fondre du silicium mis en liberté. Actuellement, l'industrie fabrique aisément des métaux fondus, en réduisant leurs oxydes par l'aluminium.

Pour l'exécution de certaines préparations de laboratoires, visant surtout la production de corps chimiquement purs, nous avons parfois éprouvé des difficultés dans la réalisation de fusions complètes, la déperdition de chaleur étant proportionnellement plus grande pour de petites masses mises en réaction, d'une part, et, d'autre part, l'apport d'éléments étrangers soit par les matières premières soit par les parois de récipients devant être nul,

---

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. XXXVI, p. 89.

(2) Phipson, *London R. Soc. Proc.*, t. XIII.

(3) Parkinson, *J. of chem. Society*, 2e série, t. V, p. 128.

(4) Gattermann, *Berichte*, t. XXII, p. 186.

(5) Winckler, *Berichte*, t. XXIII, p. 2642.

(6) E. Vigouroux, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 94, année 1895 et *Annales de Chimie*, 7e série, t. XII, p. 123.

le métal n'est pas ici souillé de toutes ces impuretés qui contribuent à amener, pour les métaux industriels, un abaissement notable de leur point de fusion. Dans le cours de nos préparations, nous avons remarqué que, *toutes choses égales d'ailleurs, l'oxyde du métal à obtenir doit être choisi d'un ordre d'autant plus élevé que la quantité de chaleur nécessaire à la fusion est plus grande* (1). Ainsi, pour préparer quelques centaines de grammes de chrome chimiquement pur fondu, nous avons incorporé, dans le mélange de sesquioxyde Cr^2O^3 et d'aluminium, une certaine quantité de poudre d'anhydride fondu CrO^3. Au contraire, dans la production de fer fondu, pour empêcher les projections qui se produisaient parfois, en utilisant des poudres trop fines, par exemple, nous avons souvent additionné le sesquioxyde Fe^2O^3 d'une certaine quantité d'oxyde magnétique Fe^3O^4.

Depuis plusieurs années (2), nous réduisons aussi des mélanges d'oxydes; c'est ainsi que nous obtenons $SiMn^2$. Ce corps a été déjà préparé par nous, puis M. Lebeau (3) qui appliquait son intéressante méthode au siliciure de cuivre. Les substances réagissantes sont préparées, par nos soins, dans le plus grand état de pureté : la silice résulte de l'action du chlorure de silicium sur l'eau; l'oxyde brun de manganèse provient de la calcination de son bioxyde que nous retirons du permanganate; l'aluminium est réduit en limaille dans notre laboratoire, puis débarrassé de traces de fer, par un très fort aimant. Les parois internes du creuset sont tapissées d'un revêtement en magnésie pure très dur et très épais, comprimé à 5000kg; l'amorce est constituée par de la poudre de bioxyde de manganèse et d'aluminium. Enfin, la réaction effectuée, nous abandonnons la matière au refroidissement lent dans un four Perrot préalablement porté à sa température maxima, pnis éteint au moment de l'introduction du creuset.

Dans un *premier essai*, nous prenons : silice, 120g; oxyde de manganèse, 300g; aluminium, 150g. La réaction se produit facilement avec grand dégagement de chaleur. Après refroidissement, nous trouvons dans le creuset, au fond, un culot pesant 120g et

(1) En effet, le poids d'aluminium à brûler devant augmenter en raison de l'infusibilité du métal, c'est-à-dire de la quantité de chaleur à produire, le poids d'oxygène que doit apporter l'oxyde doit également augmenter en raison de ce poids d'aluminium à brûler.

(2) Dès 1900 nous obtenions, de cette façon, des composés binaires, ternaires, etc., chose facile assurément, si l'on considère que les métaux aluminothermiques fabriqués par l'industrie ne constituent guère que des alliages et non des éléments. La difficulté consistait dans l'obtention de *composés binaires définis purs* et notre première Communication, sur ce point, à la Société des Sciences physiques de Bordeaux, date du 15 février 1903.

(3) LEBEAU, *Annales de Chimie*, 8e série, t. I, p. 553, année 1904. Cet auteur a trouvé 5,25 pour 100 de silicium dans un manganèse préparé par le procédé Goldschmidt.

deux petits nodules noyés dans la scorie. Il est cassant, fragile même et se réduit aisément en poussière; l'aluminium y fait complètement défaut et il titre : Si, 18,50 pour 100; Mn, 80,71 pour 100; total, 99,21. Sous l'action, prolongée à chaud, de l'acide chlorhydrique commercial pur étendu à 2 pour 100, nous en détachons de petits cristaux qui, dépouillés d'un peu de silice qui les entoure, par un lavage rapide à l'eau aiguisée d'acide fluorhydrique, donnent à l'analyse : Si, 20,48 pour 100; Mn, 79,12 pour 100; total, 99,60, c'est-à-dire la formule $SiMn^2$ qui exige : Si, 20,28 pour 100; Mn, 79,72 pour 100. Dans un *second essai*, nous cherchons à augmenter la proportion de manganèse à incorporer dans le culot. Nous prenons : silice, 80g; oxyde de manganèse, 300g; aluminium, 130g. Le manganosilicium trouvé dans le creuset est formé d'un culot bien fondu et de deux nodules; poids, 170g; il est plus dur que le précédent, bien que moins fragile, se pile aisément. L'aluminium y fait encore défaut et sa composition est : Si, 15,25 pour 100; Mn, 84,60 pour 100; total 99,85. Les acides chlorhydrique, azotique l'attaquent plus facilement que le premier et, par l'action de l'acide chlorhydrique à 2 pour 100, suivie d'un lavage rapide à l'eau aiguisée d'acide fluorhydrique, nous en séparons des cristaux répondant encore à la formule $SiMn^2$. Ce corps est attaqué par l'acide chlorhydrique chaud, avec formation de silice; il l'est de même par l'acide azotique, ce qui le distingue du siliciure obtenu par M. Lebeau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transpositions moléculaires et migration de carboxyle dans la déshydratation de certains acides-alcools.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **A. Courtot**, présentée par M. A. Haller.

On sait qu'en général les acides-alcools β se déshydratent facilement pour donner les acides non saturés αβ correspondants. Mais, dans le cas où le carbone α est dialcoylé, ce mode de déshydratation n'est plus possible et les essais effectués jusqu'ici n'avaient pas donné de résultats.

Cependant, en faisant agir l'anhydride phosphorique, dans des conditions convenables, sur les éthers des acides diméthylhydracryliques, nous avons pu obtenir dans d'excellentes conditions de rendement les éthers des acides non saturés βγ. En particulier, nous avons préparé par cette méthode l'acide diméthylvinylacétique, dont nous avons établi antérieurement la constitution, et que nous avons différencié d'un acide décrit à tort sous ce nom (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 292). La même méthode nous a permis d'obtenir l'acide diméthylpropénylacétique (éb.: 119°, 24^{mm}), l'acide diméthylisopropénylacétique (éb. : 117°, 28^{mm}), et l'acide diméthylphénylvinylacétique (éb.: 170°, 10^{mm}), qui seront décrits ultérieurement.

Mais, parmi les éthers diméthylhydracryliques, il en est de particulièrement intéressants au point de vue de la déshydratation, ce sont ceux qui

ne possèdent pas d'hydrogène sur le carbone γ ou bien dans lesquels, la fonction alcoolique étant primaire, la chaîne se trouve limitée au carbone β.

Comme il a été indiqué précédemment, l'acide oxypivalique libre donne, par l'action des agents de déshydratation, un hémipolylactide. Mais, si l'on opère sur l'éther éthylique, il se produit une déshydratation effective de la molécule, accompagnée d'une transposition, et l'on obtient un mélange de tiglate et d'angélate d'éthyle. Le premier de ces éthers est de beaucoup le plus abondant, et tous deux sont accompagnés d'une faible proportion des acides libres correspondants. Cette réaction nécessite, comme on le voit, une permutation entre un méthyle et un atome d'hydrogène dans la molécule primitive :

$$CH^2OH - C(CH^3)^2 - CO^2H \rightarrow CH^3 - CHOH - CH(CH^3) - CO^2H \rightarrow$$
$$CH^3 - CH = C(CH^3) - CO^2H.$$

Un exemple plus curieux de transposition est fourni par l'acide $\alpha\alpha$-diméthyl-β-phénylhydracrylique. L'éther éthylique correspondant, déshydraté au moyen de l'anhydride phosphorique, fournit un éther non saturé bouillant à 132° sous 13^{mm} et qui, saponifié, donne un acide fondant à 151°. Cet acide, oxydé par le permanganate de potasse, donne exclusivement de l'acétone ordinaire et de l'acide phénylglyoxylique. De là résulte qu'il doit posséder la constitution suivante :

$$(CH^3)^2C = C\begin{cases} C^6H^5 \\ CO^2H \end{cases}$$

qui en fait un acide diméthylatropique. L'exactitude de cette constitution a, d'autre part, été vérifiée par synthèse. La condensation du phénylbromacétate d'éthyle avec l'acétone, en présence du zinc, donne, en effet, un acide diméthylatropique dont la déshydratation normale conduit à un acide diméthylatropique identique à celui qu'on obtient par transposition. La formation d'acide diméthylatropique par déshydratation de l'acide diméthylphénylhydracrylique ne peut s'expliquer qu'en admettant la migration du carboxyle, sous forme de carboxéthyle; elle résulterait d'une permutation entre ce carboxéthyle et l'oxhydrile et serait exprimée par les schémas suivants :

$$C^6H^5 - CHOH - C(CH^3)^2 - CO^2H \rightarrow CO^2H - CH(C^6H^5) - C(CH^3)^2OH \rightarrow$$
$$CO^2H - \overset{\diagup C^6H^5}{C} = C(CH^3)^2.$$

Cette réaction intéressante constitue, à notre connaissance, le premier exemple observé de la migration du groupement carboxylé dans une molécule synthétique. Elle montre que cette migration peut être admise comme normale dans certaines transformations effectuées sur des produits naturels : celle de l'acide camphorique en acide isolauronolique, par exemple.

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau cas de mériédrie à symétrie restreinte, et sur les macles octaédriques.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

On connaît fort peu de cristaux dont le réseau possède une symétrie supérieure à celle du système cristallin, dans lequel on est amené à ranger ces cristaux d'après leur symétrie propre; tels sont la boracite, la fluorine, les grenats, et encore, pour ces derniers, des mesures plus précises viendront-elles infirmer cette opinion. Il est donc intéressant de faire connaître de nouveaux cas.

Quand on fait cristalliser ensemble du chlorure d'ammonium et du bromure de nickel, tant que le premier prédomine, on obtient des cubes biréfringents composés de six pyramides ayant pour bases les faces du cube; puis il se produit un composé double probablement à deux équivalents d'eau, ayant tous les caractères de la boracite. Il cristallise en cubes parfaits, pourvus de deux axes optiques, le plan de ces axes étant parallèle à une face du cube et les axes eux-mêmes étant respectivement perpendiculaires sur chacune des autres faces. Les cubes peuvent être homogènes, mais fréquemment ils sont maclés symétriquement par rapport aux quatre plans b^1 non perpendiculaires sur le plan des axes optiques; de plus, ces macles se produisent avec la plus grande facilité sous l'influence d'actions mécaniques. Comme les cristaux de boracite, ces cubes, quoique ayant un réseau cubique, ne possèdent que la symétrie orthorhombique, un axe binaire et deux plans de symétrie b^1 perpendiculaires sur le plan des axes optiques; mais l'absence fréquente de macles (tandis que celles-ci ne font jamais défaut dans la boracite) ne laisse aucun doute sur la véritable nature de ces cristaux.

Outre les macles relatives aux plans b^1, les cubes sont encore groupés, de façon à être orientés à 180° autour d'un axe ternaire du réseau; ils présentent donc une de ces macles octaédriques que, le premier, j'ai proposé de distinguer des autres, pour la raison qu'elles ne peuvent être obtenues par voie mécanique et que, en outre, leur élément de symétrie ne peut devenir un élément de symétrie de même ordre dans le cristal. J'ai expliqué la formation de ces macles en remarquant que, dans l'orientation symétrique, trois diamètres de la maille occupent la même position que dans

l'orientation parallèle ([1]) et que, par conséquent, une partie des conditions réalisées dans le parallélisme se trouvent satisfaites.

Dernièrement on a proposé de faire rentrer ces macles dans une autre loi, en disant que tout plan réticulaire perpendiculaire sur une rangée pouvait être un plan de macle, toute rangée perpendiculaire sur un plan réticulaire pouvait être un axe de macle. Comparons les conséquences de cette loi avec les faits révélés par l'observation : dans un cristal cubique tout plan réticulaire est perpendiculaire sur une rangée et réciproquement; or, dans un tel cristal, on n'a jamais observé d'autre macle que les macles octaédriques. Dans les cristaux quadratiques et rhomboédriques, tout plan réticulaire, passant par l'axe principal, est perpendiculaire sur une rangée; or, jamais dans les cristaux de ces systèmes on n'a observé de macle dont le plan passât par l'axe principal, en dehors des macles octaédriques. D'une façon générale, d'après cette loi, plus la symétrie est élevée, plus les macles doivent être nombreuses; c'est précisément l'inverse que nous révèle l'observation. Dans l'explication que j'ai donnée, deux éléments de la forme primitive, diagonales, diamètres, plans diamétraux doivent se retrouver en coïncidence avec eux-mêmes; il en résulte que les cristaux sont symétriques soit par rapport à un élément octaédrique, soit par rapport à un diamètre ou un plan diamétral. Quand ces éléments diamétraux deviennent des éléments de symétrie, les macles disparaissent, et il ne subsiste que les macles octaédriques, comme cela a lieu pour les cristaux cubiques. Cette explication se trouve vérifiée toutes les fois que l'on peut déterminer rigoureusement la forme primitive, et elle est confirmée par la considération des macles artificielles.

ZOOLOGIE. — *Rhéotropisme de quelques Hydroïdes polysiphonés.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai déjà montré que *Bougainvillia ramosa* Van Ben., cultivé en eau agitée, développe un très grand nombre de stolons et prend un aspect assez différent pour qu'on l'ait décrit comme une espèce distincte sous le nom de *Boug. fruticosa* Allman.

J'ai eu occasion depuis d'expérimenter sur *Eudendrium* et *Halecinum*.

Eud. rameum Pallas est à *Eud. ramosum* Linné ce que *Boug. fruticosa*

([1]) C'est une conséquence immédiate de la considération des éléments limites.

est à *Boug. ramosa*, c'est-à-dire un facies d'eau agitée. Mme Motz-Kossowska [1] a d'ailleurs déjà constaté qu'on trouve tous les intermédiaires entre ces deux formes d'*Eudendrium*.

Dans cette Note je m'occuperai plus spécialement de l'*Halecium*.

Une belle colonie, draguée par 58^m au commencement de septembre, était composée de rameaux disposés en éventail sur la tige principale. Chacun de ces rameaux portait, à droite et à gauche, de petites branchettes, toutes dans un même plan, celui de l'éventail. Bien que cette colonie ne portât pas de gonanges, je n'hésitai pas, à cause de son aspect rigide et de son mode de ramification, à la considérer comme *Halecium halecinum* Linné. Deux petits rameaux furent coupés à leur base et fixés le jour du dragage. Deux autres, plus grands, furent également prélevés à un intervalle de 20 jours, et soumis à la rotation, tandis que le reste de la colonie fut conservé en eau calme.

Pour obtenir la rotation des rameaux, je les mis séparément dans un verre à réactif sur la paroi duquel je dirigeai obliquement le jet d'eau de mer. L'eau tournait ainsi dans le verre et la branche d'*Halecium*, placée verticalement, tournait aussi autour de son axe, grâce à ses branchettes qui jouaient le rôle d'ailettes. La rotation était de 60 tours par minute, pendant les premiers quinze jours, puis elle fut réduite à 30 tours par minute.

Dans ces conditions, les rameaux ne tardèrent pas à bourgeonner, à la base d'abord, puis progressivement jusqu'au sommet, de nouvelles branchettes dans toutes les directions autour de leur axe. Ils prirent ainsi rapidement l'aspect « d'un arbuste délicat, gracieux, irrégulièrement branchu » qui est caractéristique de l'*Halecium Beanii* Johnst. Cette détermination fut confirmée par la forme des gonanges dont se couvrit, vingt jours après le dragage, l'un des rameaux soumis à la rotation.

Quant à la colonie conservée en eau calme, elle garda son aspect du premier jour pendant environ trois semaines, puis, comme elle dégénérait, je la mis dans l'eau courante. A partir de ce moment elle commença à donner, dans sa partie proximale, une foule de petites branchettes dans toutes les directions, et les extrémités distales nécrosées donnèrent naissance à des stolons de régénération, mais il ne se produisit pas de gonanges.

S'il n'existait pas une légère différence dans la forme des gonanges des

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 863.

Halecium Beanii et *Halecinum*, on serait autorisé à considérer ces deux formes comme deux facies d'une seule et même espèce. Un fait n'en est pas moins acquis : c'est le changement profond et rapide dans l'aspect d'une colonie d'*Halecium* sous l'influence de l'eau courante.

La forme de la colonie au moment du dragage pourrait être considérée comme anormale, puisqu'il s'agit d'un *H. Beanii*. Cependant, si l'on réfléchit que, dans toutes les espèces de ce genre, les hydranthes sont toujours bisériés et alternes, on est conduit à admettre que le mode normal de ramification est le mode penné, caractéristique, d'ailleurs, de quelques espèces et constant dans toutes les formes jeunes. On est ainsi amené à considérer la ramification exceptionnelle de la colonie draguée par 58^m comme étant la forme normale de l'espèce et à voir, au contraire, dans l'aspect que prend cette espèce sous l'influence de l'agitation de l'eau, une forme adaptative.

On sait que les tiges et les rameaux polysiphoniques sont constitués par une agglomération de tubes plus ou moins parallèles ou plus ou moins enchevêtrés et, parfois, anastomosés.

On peut suivre la plupart de ces tubes jusqu'à l'extrémité proximale de la colonie où ils se répandent dans toutes les directions, enlaçant et agglomérant des grains de sable, des débris de coquilles ou des cailloux. Les coupes faites à travers ces faisceaux polysiphoniques montrent que souvent des corps étrangers (sable, spicules, diatomées, argile) sont emmurés entre les tubes qui les composent. Et comme ces tubes ont des longueurs très différentes, on peut déjà admettre qu'ils se forment successivement, qu'ils ne sont pas tous du même âge.

La structure des tubes de la tige est la même que celle des racines on hydrorhizes : la périthèque est très épaisse, formée d'un grand nombre de couches concentriques, l'ectoderme également épais a un aspect glandulaire, tandis que l'endoderme est mince, formé de cellules pavimenteuses à très gros noyau.

La structure des hydrocaules, c'est-à-dire des tubes portant des hydranthes, est différente : la périthèque est mince ainsi que l'ectoderme, tandis que l'endoderme est formé de cellules columnaires d'autant plus élevées qu'elles se rapprochent davantage de l'hydranthe.

Ainsi par leur structure comme par leur mode de croissance (puisqu'ils peuvent atteindre une longueur de plusieurs centimètres sans se ramifier et sans porter d'hydranthes), les tubes de la tige et des rameaux nous apparaissent comme des faisceaux d'hydrorhizes dressés. Ce sont des stolons qui, comme chez *Bougainvillia* et *Eudendrium,* se développent très rapidement sous l'influence de l'agitation et qui, comme les hydrorhizes, peuvent donner naissance à des hydrocaules qui portent les hydranthes. La colonie est d'autant plus branchue que l'agitation est plus forte et plus prolongée.

Les grosses nervures s'épaississent par la formation de nouveaux tubes à la périphérie et acquièrent par conséquent plus de solidité; les hydrocaules sont d'une grande

flexibilité à l'extrémité distale tandis que leur partie proximale est progressivement consolidée par des tubes stoloniques à mesure que les hydrocaules s'allongent.

Ce sont là évidemment des conditions avantageuses au point de vue de l'adaptation.

Ainsi le rhéotropisme des Hydroïdes polysiphonés se manifeste surtout par un développement excessif de stolons qui consolident toutes les nervures de la base au sommet. Les modifications dans l'aspect et la ramification des colonies, qui sont celles qui frappent le plus l'observateur, ne sont que secondaires; elles sont la conséquence de la prolifération du système stolonique.

J'ajouterai que c'est surtout la comparaison des phénomènes que j'ai observés chez les Hydroïdes monosiphonés et polysiphonés qui m'a conduit à considérer les tiges polysiphonées comme des faisceaux d'hydrorhizes.

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur la toxicité des œufs.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans des recherches précédentes, nous avons montré que les extraits des glandes génitales de différents animaux, Vertébrés ou Invertébrés, renfermaient des substances toxiques [1].

Comme suite à ce premier ordre de recherches, nous avons étudié la toxicité des produits génitaux et tout d'abord des œufs : de Canard, de Poule et de Tortue.

Nous donnerons seulement ici un résumé de nos expériences, renvoyant à un Mémoire ultérieur ou aux *Comptes rendus de la Société de Biologie* [2] pour le détail de ces expériences.

A. Toxicité des œufs de Canard : 1° *Injections veineuses de jaunes d'œufs décortiqués et émulsionnés dans l'eau distillée.* — Sept lapins adultes sont tués par 8^{cm^3} de jaune d'œuf en moyenne. Tous meurent en un temps variable, de quelques minutes à 2 heures, en présentant d'abord de fortes contractures de tout le corps, puis de la dyspnée et de la paralysie des membres.

2° *Injections veineuses d'extraits salés de* 21 *jaunes d'œufs préalablement desséchés et réduits en poudre.* — 10^g de cette poudre, traitée par 100^{cm^3} d'eau salée au centième, puis filtrée, tuent trois lapins, par injection intra-veineuse, dans des proportions de 80^{cm^3} par kilogramme de lapin.

---

(1) Gustave Loisel, *Les phénomènes de sécrétion dans les glandes génitales* (*Journ. de l'Anat. et de la Physiol.*, 1904, p. 536-562, et 1905, p. 58-93).

(2) Séance du 4 mars 1905.

3° *Expériences de contrôle.* — Bien que l'émulsion précédente ne renfermât pas de globules de graisse capables de produire des embolies, nous avons cependant institué deux séries d'expériences de contrôle, se confirmant l'une par l'autre.

Dans une première série nous avons vu que 60^{cm^3} d'une émulsion grossière d'huile blanche alimentaire, faite dans l'eau salée au centième et injectée dans les veines d'un lapin de 610^{g}, ne le rendait nullement malade.

Dans une seconde série d'expériences nous avons vu que des quantités données de jaune d'œuf injectées dans la cavité générale de lapins les tuent tous dans l'espace de quelques heures en présentant les mêmes phénomènes d'intoxication que ci-dessus.

B. Toxicité des oeufs de Poule. — Des expériences semblables à celles que nous avons faites avec les œufs de Canard nous ont montré pour les œufs de Poule une toxicité analogue, quoique un peu moins moindre, à celle des œufs de Canard. De plus l'action de nos injections déterminait ici des sécrétions d'urine abondantes que nous n'avions pas observées avec les œufs de Canard.

C. Toxicité des œufs de Tortue. — La toxicité des œufs de Tortue mauritanique nous a paru, au contraire, plus grande que celle des œufs de Canard, surtout pour les ovules mûrs, mais retirés directement de l'ovaire. C'est ainsi que 15^{cm^3} de vitellus injectés directement dans le cœlome font mourir un lapin de 2475^{g} au bout de 17 heures dans des convulsions et des contractions tétaniques très fortes. L'albumine qui entoure les ovules de Tortue dans l'œuf, injectée dans le sang, détermine des phénomènes d'intoxication au moins aussi puissants que le vitellus.

En résumé, les jaunes d'œufs de Poule, de Canard et de Tortue renferment des substances qui, injectées dans les veines, sous la peau ou dans la cavité générale du corps, déterminent promptement la mort des animaux chez lesquels on les injecte. Ainsi, la poudre de jaune d'œuf de Canard, traitée par de l'eau salée au centième et injectée dans les veines, tue 1^{kg} de lapin à la dose de 7^{g} à 8^{g} et à celle de 20^{g} à 30^{g} quand on l'injecte dans le cœlome.

Le jaune d'œuf de Poule est un peu moins toxique que celui de l'œuf de Canard; celui de Tortue l'est, au contraire, davantage, puisqu'il suffit de 5^{cm^3} à 6^{cm^3} de ce jaune d'œuf, injectés dans le cœlome, pour tuer 1^{kg} de lapin. L'albumine est également très toxique, du moins en ce qui concerne l'albumine d'œuf de Tortue, la seule que nous ayons expérimentée jusqu'ici. Dans tous les cas, les phénomènes qui ont précédé la mort sont ceux d'une intoxication aiguë du système nerveux central.

ACOUSTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude de l'organe de Corti.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Yves Delage.

On connaît l'hypothèse de Helmholtz sur le mécanisme de l'audition : chaque fibre de Corti est accordée pour un son, et elle vibre par sympathie lorsque ce son est produit à l'extérieur.

Cette théorie si simple semblait avoir été confirmée par les observations de Hensen (1). Au moyen d'un appareil reproduisant les dispositions du tympan et des osselets, ce savant conduisait le son d'un cor à piston dans l'eau d'une petite caisse où était fixé une *Mysis,* en sorte qu'on pouvait observer au microscope les soies extérieures de la queue.

On constatait ainsi que certains sons du cor faisaient vibrer fortement certaines soies; d'autres sons ébranlaient d'autres soies (2).

J'ai repris les expériences de Hensen au laboratoire de Roscoff; le dispositif employé était le suivant :

Une membrane mince, non tendue, en caoutchouc, transmettait, par l'intermédiaire d'une colonne d'air de $0^m,40$ de longueur, les vibrations qu'elle recevait, à 1^{cm^3} d'eau contenu dans une petite cuve où se trouvait une *Mysis.*

L'observation est facile sans fixer l'animal, car celui-ci se place presque toujours la tête vers les bords de la cuve et la queue vers le centre.

Les sources sonores employées étaient les diapasons :

à branches........	*si♭*$_2$	*si♭*$_3$	*si♭*$_4$	*si♭*$_5$	*si♭*$_6$		
à anches..........	*mi*$_2$	*la*$_2$	*ré*$_3$	*sol*$_3$	*la*$_3$	*si*$_3$	*mi*$_4$

et les voyelles naturelles OU, O, A, É, I, émises sur les notes comprises dans les registres d'un soprano et d'un baryton. Les tracés de ces différents sons avaient été pris par les flammes manométriques et par la méthode graphique.

L'énergie du son des diapasons à anche était environ de $0^{kgm},00075$; celui des voyelles naturelles de $0^{kgm},070$.

Les expériences ont été répétées un grand nombre de fois, sur des *Mysis vulgaris*

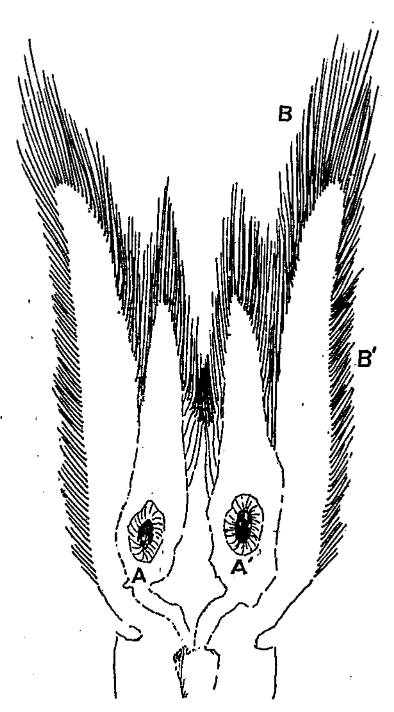
---

(1) *Étude sur l'organe de l'ouïe chez les Décapodes* (*Journal de Zoologie scientifique de* Siebold et Kölliker, Bd. XIII).

(2) Helmholtz, *Théorie physiologique de la musique,* 2e édition, p. 187, traduction française.

et des *Mysis chamœlon*, et jamais l'on n'a pu observer ce qu'avait remarqué Hensen, les cils longs vibrant pour des notes graves, les cils courts pour des notes aiguës.

Cependant l'énergie de ces sons était bien suffisante puisque la voyelle synthétique i sur la note fa_6, émise avec une énergie de 0,000 000 3, est entendue par une oreille placée à 125^m de distance; de même ou, sur la note ut_3, et émise avec une énergie de $0^{kgm},015$, est entendue à 125^m (1).



Queue de *Mysis*. (Grossis. : 30 diam.)

A, A', otocystes avec un gros otolithe;
B, B', soies de différentes longueurs.

Les sons du cor employés par Hensen avaient certainement une énergie beaucoup plus grande.

Malheureusement, je n'avais à ma disposition que deux trompettes à anches libres, donnant les notes $ré_4$ et ut_5.

L'énergie du son émis par ces deux instruments était environ 200 fois plus grande ($0^{kgm},140$) que celui des diapasons à anche. Avec ces sources sonores très intenses, j'ai constaté, en effet, que certains groupes de cils étaient parfois animés de mouvements vibratoires, mais je n'ai pas pu remarquer d'action élective pour certains cils suivant que l'on employait la note $ré_4$ ou la note ut_5.

---

(1) *Comptes rendus*, 9 janvier 1905.

De plus, il me semble qu'il y avait des causes d'erreur dues à l'ébranlement du liquide en totalité.

Malheureusement, mon installation pour ces derniers sons musicaux était trop primitive.

Pour le moment, la seule conclusion à tirer de ces expériences est la suivante :

Les sons des diapasons et ceux des voyelles naturelles, émis avec une énergie capable d'impressionner par l'air extérieur une oreille placée à 125^m de distance, n'ont pas pu faire entrer en vibration les cils des *Mysis*, ces vibrations étant transmises à 1^{cm^3} d'eau par l'intermédiaire d'une membrane vibrante et d'une colonne d'air de $0^m,40$ de longueur.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De la nature des pigments du sang.* Note de MM. **Piettre** et **Vila**, présentée par M. E. Roux.

I. On connaît en Toxicologie une réaction fort intéressante qui permet d'obtenir, sur des lames de microscope, des cristaux dits de *Teichmann* (1), le principe colorant contenu dans le sang étant, d'après cette ancienne et classique expérience, susceptible de cristalliser. Cette propriété remarquable fut étudiée par différents auteurs (2) et appliquée bientôt à la recherche du sang en médecine légale. Comme il ne s'agissait que d'une réaction microscopique, on ne pouvait, dans ce cas, se rendre compte de la composition des cristaux. Mais plus tard Nencki, avec des moyens puissants, parvint à préparer, en dépensant d'énormes quantités d'acide acétique glacial, près de 500^g de cette matière, qu'il désigna sous le nom d'*acéthémine*. Elle représente, à l'état cristallisé, la totalité du pigment ferrugineux contenu dans le sang.

Le procédé pour l'obtenir, très simple quoique coûteux, donne, avec un excellent rendement (4^g à 5^g par litre de sang défibriné), de magnifiques cristaux noirs à reflets d'acier, en rhombes très allongés, pouvant atteindre 1^{mm} à 3^{mm} de longueur.

---

(1) Teichmann, *Zeitchr. f. ration. Medec.*, B. III, 1852; B. VIII, 1857.

(2) Hoppe-Seyler, *Med. chem. Untersuch.*, Berlin, 1871. — P. Cazeneuve, *Recherches de Chimie médicale sur l'hématine*, 1876. — Nencki et Sieber, *Berichte d. deut. ch. Ges.*, 2e série, t. XVII, 1884, p. 2270. — Schalfejeff, *Le Physiologiste russe*, I, 1886, p. 15. — Cazeneuve et Bretau, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXI, 1899, p. 372.

A cette substance correspond, dans l'histoire du sang, une autre matière cristallisée, déjà connue sous le nom de *chlorhydrate d'hématine* ou hémine.

Par l'examen microscopique, autant que par la préparation, il apparaît que les cristaux de Teichmann, nés d'une solution saline, et ceux de Nencki, nés de cette même solution et dans des milieux acétiques, sont identiques par leur forme, leur spectre en solution et leurs propriétés.

Avec la quantité considérable de matière obtenue, Nencki (¹) a pu faire des analyses reliées en réalité aux cristaux de Teichmann et qui donnèrent les chiffres

	C.	H.	N.	Cl.	Fe.
Pour 100.......	62,58	5,14	8,65	5,64	8,66

représentés par la formule globale, $C^{34}H^{33}O^{4}N^{4}ClFe$.

De notre côté nous avons préparé, en suivant la même méthode, des cristaux d'acéthémine; il nous ont donné à l'analyse :

	C.	H.	N.	Cl.	Fe.
Pour 100.......	62,30	4,97	8,51	5,20	8,61

II. La matière était donc identique, il reste à savoir si elle constitue une espèce chimique.

Pour élucider cette question, nous nous sommes attachés à produire des cristaux semblables aux précédents, dans un milieu totalement exempt de chlore. Il résulte de ce travail que le chlore n'est pas nécessaire à l'espèce chimique de ces cristaux, car nos analyses n'en comportent pas. De plus, nous avons constaté que ce chlore, dans des préparations d'acéthémine analogues à celles de Nencki, n'est pas un élément constant. Le fer subit aussi des variations, d'ailleurs indépendantes, et voici résumés, dans le Tableau ci-dessous, les chiffres que nous avons trouvés, comparés avec ceux de Nencki.

Résultats de Nencki.

	Cl p. 100.	Fe p. 100.
Formule théorique pour $C^{34}H^{33}O^{4}N^{4}ClFe$	5,44	8,59
Nombres expérimentaux	5,64	8,66

Résultats de nos analyses.

Préparations : En suivant rigoureusement la méthode Nencki...	5,20	8,61
En présence d'un excès de chlorure de sodium...	5,43	8,02
I. Avec élimination du sérum par décantation...	4,60	»
II. » ...	4,70	8,10

(¹) Nencki et Zaleski, *Zeitsch. für Physiol.*, t. XXX, 1900, p. 384.

	Cl p. 100.	Fe p. 100.
I. Globules lavés additionnés de leur volume de sérum	4,43	8,61
II. Globules lavés additionnés de leur volume de sérum	4,0	8,50
Avec l'oxyhémoglobine cristallisée pure exempte de chlore	0	9,20

Il nous est impossible d'attribuer à de légères impuretés les différences constatées dans des dosages répétés. De tels écarts ne peuvent exister que par le fait du milieu où naissent les cristaux, et ceci nous semble rendre illusoire l'interprétation analytique donnée par la formule de structure moléculaire adoptée par les auteurs.

III. Nencki et Zaleski ([1]) ont proposé une constitution définitive de ces matières biologiques, en prenant comme base un dérivé qu'ils appelèrent *hémopyrrol*. Quant à présent, la constitution de l'hémopyrrol n'étant pas établie avec la sécurité que comportent les formules de Chimie organique, nous avons pris la liberté de pousser plus loin cette étude.

Comme nous avons constaté que le chlore n'est nullement inhérent à la molécule de ces cristaux, il est parfaitement admissible que le groupe acétylé, qui lui est équivalent, ne résulte aussi que des conditions de milieux et ne soit pas davantage nécessaire à cette substance.

Toujours est-il que par des expériences répétées nous n'avons pu mettre en évidence de groupe acétylé, et nous pensons avoir démontré que le chlore ne joue pas de rôle dans la structure moléculaire de ce qu'on nomme *acétyl-hémine*.

Si le chlore et sans doute les groupes acétylés ne tiennent pas une place importante dans ces cristaux, et qu'ils soient la conséquence des milieux où ils apparaissent, il importe de se demander si d'autres groupes chimiques ne viennent pas, de même, s'appliquer autour d'un groupement qu'il reste à définir. Dans ce cas d'autres séries de corps peuvent tenir la place attribuée jusqu'ici au chlore et à l'acétyle.

Nos expériences dans l'état actuel nous permettent d'affirmer que les cristaux de Teichmann-Nencki peuvent être scindés en divers principes immédiats parmi lesquels nous avons déjà isolé une substance solide, incolore, ne contenant pas de fer. Ultérieurement nous reviendrons sur ce sujet.

([1]) Nencki et Zaleski, *Berichte Gesel.*, t. XXXIV, I, 1901, p. 997.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches sur les acides gras. Lésions expérimentales.* Note de MM. **Jean Camus** et **Ph. Pagniez**, présentée par M. Bouchard.

Les lésions produites au niveau des tissus par les acides gras ont été jusqu'ici peu étudiées. Nous avons entrepris une série de recherches à ce sujet, en utilisant des acides gras de provenances différentes, principalement ceux extraits de l'huile de lin et de l'huile de coton.

L'injection de ces acides sous la peau donne lieu à des lésions irritatives très marquées, aboutissant en quelques heures à une réaction inflammatoire localisée, bientôt suivie de la production d'escarres et d'ulcérations torpides à cicatrisation lente.

L'introduction dans le péritoine détermine une exsudation peu abondante, la production de fausses membranes, l'adhérence des anses intestinales, avec rétraction très accusée des anses grêles et du grand épiploon. Nos recherches ont encore porté sur les méninges et différents organes. Les altérations occasionnées par les acides gras sont variables suivant la dose employée et suivant la date de l'injection. Elles peuvent être divisées en deux groupes : elles sont soit de l'ordre des destructions et des nécroses, soit de l'ordre des réactions cellulaires et des scléroses. Les lésions sont le plus souvent d'une netteté schématique et il y a là l'indication d'une méthode générale pour l'étude anatomo-pathologique d'un certain nombre de lésions susceptibles d'être reproduites expérimentalement.

Nous avons surtout étudié les lésions déterminées au niveau du poumon. Nos expériences ont été faites sur le chien et sur le lapin.

Les acides gras ont été introduits par deux voies très différentes : la voie aérienne et la voie sanguine.

Nous ne nous occuperons ici que du premier mode d'expérimentation.

L'injection était faite dans la trachée mise à nu, et poussée au moyen d'une aiguille introduite entre deux anneaux.

Les quantités injectées ont été variables suivant le poids des animaux et suivant l'intensité des lésions que nous cherchions à produire. C'est ainsi que, chez le lapin, certains de nos animaux ont reçu des doses de $0^g,10$, $0^g,20$, $0^g,40$.

Les acides gras ont été injectés quelquefois purs, le plus souvent mélangés à l'huile. Les animaux n'ont jamais reçu qu'une seule injection et ils ont été sacrifiés après une durée variant de 24 heures à 80 jours.

A la suite de l'injection, si la dose a été considérable, la mort peut survenir en quelques heures avec congestion œdémateuse, diffuse et intense des poumons.

Après injection de doses plus faibles, nous avons pu observer, chez le chien, l'apparition rapide de toux répétée, d'expectoration sanglante et de signes d'hépatisation pulmonaire, constatables par la percussion et l'auscultation; il est à remarquer que ces animaux, malgré l'étendue des lésions contrôlées plus tard à l'autopsie, ont toujours conservé les apparences d'un bon état général.

Chez les animaux sacrifiés, l'aspect macroscopique des lésions a été très différent, suivant la durée de la survie et les quantités injectées; néanmoins, on peut schématiser ainsi les différents aspects que nous avons obtenus.

Les lésions se rencontrent, soit au niveau d'un seul, soit au niveau des deux poumons. Elles atteignent des dimensions très variables, depuis de petits nodules du volume d'un pois, et au-dessous, jusqu'à des masses étendues, transformant quelquefois tout un lobe, et même davantage, en un bloc compact. Récentes, les lésions sont représentées par de la congestion, allant en certains points jusqu'à l'hémorragie, de la splénisation, de l'hépatisation véritable. A un stade plus avancé, deux aspects sont surtout intéressants : d'une part, des lésions ulcéreuses; d'autre part, des noyaux homogènes de coloration gris jaunâtre, d'apparence absolument caséeuse. Quand les lésions sont corticales, la plèvre peut être intéressée, ulcérée même, et, dans ce dernier cas, la cavité pleurale renferme un épanchement.

Nous ne pouvons indiquer ici que quelques-unes des lésions histologiques très complexes qui correspondent à ces différents stades.

Au début on note de l'hépatisation avec réseau fibrineux intra-alvéolaire et, en même temps, des territoires de nécrose plus ou moins étendue du parenchyme pulmonaire, avec hémorragies interstitielles abondantes.

Très rapidement, semble-t-il, se manifeste une réaction vive de l'endothelium alvéolaire et du tissu conjonctif, avec apparition de très nombreuses cellules géantes ayant la forme de plasmodes en certains points; par contre, toute apparence d'organisation cellulaire a disparu, une substance amorphe apparaît seule, qui, dans une certaine mesure, rappelle la substance caséeuse qui, comme elle, tout au moins, est une nécrose de coagulation.

Le dernier stade est caractérisé par une prolifération conjonctive considérable; les bronches sont dilatées par places et transformées en cavités kystiques, rétrécies en d'autres points. Les cavités alvéolaires sont comblées par des cellules endothéliales proliférées et hypertrophiées.

En examinant certaines de nos préparations, on a sous les yeux des images rappelant quelques aspects des lésions de la tuberculose pulmonaire, rappelant peut-être davantage les lésions produites par les poisons locaux du bacille tuberculeux, étudiés par Auclair, et principalement celles qui sont dues à la chloroformo-bacilline.

Ceci n'a pas lieu de surprendre quand on a fait, ainsi que nous l'avons pratiqué, l'analyse de ces poisons tuberculeux ([1]). L'éthéro-bacilline, en

([1]) Nous remercions vivement le Dr Auclair des échantillons qu'il nous a gracieuse-

effet, dans deux échantillons que nous avons pu examiner, contenait 20,8 et 50,3 pour 100 d'acides gras libres. Un échantillon de chloroformo-bacilline a fourni à l'analyse une proportion de 22,4 pour 100 d'acides gras libres.

En raison de ces faits, il nous paraît vraisemblable d'attribuer aux acides gras d'origine microbienne, en particulier à ceux du bacille tuberculeux, un rôle important dans la production des lésions locales dont ces organismes sont la cause.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge du granite de Vire.* Note de M. **A. Bigot**, présentée par M. Michel Lévy.

La petite ellipse granitique de Martigny (Guinnefougère) est en relation avec l'accident transversal qui interrompant à l'ouest le massif silurien de Falaise en rejette le prolongement à 2^{km} au nord. Cette ellipse présente aux affleurements une roche altérée, attribuée à la granulite par la Carte géologique, mais qui doit être rapportée sans hésitation au type ordinaire des granites de la région (Vire, Athis, etc.).

Ce granite vient en contact avec les couches siluriennes dans une tranchée du chemin de fer de Berjou à Falaise, près du kilomètre 10,1. Le granite, à l'état d'arène, enveloppe une bande de quartzites, puissante de 6^m; la disposition de cette bande au milieu du granite rappelle ainsi celle des quartzites que M. Ch. Barrois a signalés à plusieurs reprises dans les massifs granitiques de Bretagne. Comme les quartzites de Bretagne, ceux-ci sont à éléments cristallins, lardés de filons de quartz qui les transforment en une véritable brèche à ciment de quartz cristallisé. Ils présentent au contact immédiat de l'arène granitique des phénomènes d'injection sous forme de petits lits feldspathisés [1].

Ces quartzites dépendent d'une assise de grès, visible à l'autre extrémité de la tranchée, près de la passerelle; sur ce point ils sont associés à des lits de schistes noirs, ampéliteux. Leur âge est incontestablement silurien; on ne peut hésiter que sur leur attribution au Gothlandien (grès culminant et

---

ment offerts, et le Dr Nicloux, qui a mis très aimablement à notre disposition son expérience de l'analyse chimique.

(1) Michel Lévy, *Granite de Flamanville* (*Bulletin de la Carte géologique*, n° 36, 1893).

ampélites) ou à l'Ordovicien supérieur (grès de May de la Roche). Cette incertitude sur l'âge exact des grès n'a qu'une importance secondaire; l'essentiel est de constater que le granite traverse et modifie des couches dépendant d'un faisceau d'assises siluriennes et assez élevées dans la série stratigraphique.

Le granite de Vire de Normandie avait été en effet considéré jusqu'ici, et par nous-même, comme antérieur à l'Ordovicien inférieur (grès armoricains), tandis que le granite de Bécherel et de Fougères, que rien ne différencie de celui de Vire, a fait son intrusion à l'époque carbonifère, comme M. Barrois l'a démontré.

L'absence de contacts entre le granite de Vire et des sédiments paléozoïques plus récents que le Gothlandien ne permet pas d'espérer qu'on pourra trouver des preuves directes de l'âge carbonifère de ce granite, mais la situation de l'ellipse de Guinnefougère sur l'emplacement d'une dislocation importante du synclinal de la zone bocaine en fournit une démonstration indirecte. Comme le culot granitique de Rouillac, celui de Martigny « a fait son apparition en un point spécial, où la tension n'était évidemment pas la même que dans le reste du massif » (1).

Or, ces inégalités de tension, comme l'a encore établi M. Barrois, se sont produites au moment des derniers grands efforts orogéniques (*Ridements des Cornouailles et du Léon*), qui à l'époque carbonifère ont donné sa structure au Massif Breton.

En Normandie, c'est à cette époque carbonifère que le granite de Vire a fait son intrusion, en même temps que le granite de Fougères en Bretagne. Il s'est logé comme lui suivant des points dont l'emplacement avait été déterminé par ces mouvements mêmes, en absorbant les formations schisteuses (2) et en respectant les bandes gréseuses siluriennes demeurées distinctes dans les massifs granitiques où elles sont aujourd'hui noyées.

GÉOLOGIE. — *Sur le parallélisme des couches éocènes supérieures de Biarritz et du Vicentin*. Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. de Lapparent.

Les couches éocènes supérieures du Vicentin renferment en grande quantité des Nummulites et des *Orthophragmina*, qui nous ont permis d'établir des parallélismes précis avec les couches de Biarritz.

La coupe la plus étendue de la région, décrite autrefois par Bittner, et

---

(1) Ch. Barrois, *Ménez Bélair*, p. 225.

(2) Michel Lévy, *loc. cit.*

reprise depuis par Oppenheim, se trouve à Pederiva, dans les Colli Berici; la succession est la suivante, de bas en haut :

1° Calcaires gréseux à *Nummulites gizehensis* et *N. biarritzensis;* correspondant aux couches de la Gourèpe.

2° *a.* Calcaire compact à *N. contortus-striatus, N. crassus-lucasanus; b.* tuf à *N. crassus; c.* lumachelle à *N. contortus-striatus.* Cet ensemble de couches, caractérisé par l'association de *N. crassus* et de *N. contortus,* est à paralléliser avec les couches du ravin de Mouriscot, près Biarritz, où M. Douvillé a signalé la même association.

3° Masse puissante de couches marno-calcaires contenant en grande quantité des Nummulites et des *Orthophragmina : N. contortus-striatus, N.* sp., réticulée granuleuse, confondue avec *N. intermedius; Orthophragmina sella, O. Pratti, O. radians,* et aussi des *Orthophragmina* à piliers : *O. strophiolata* Gümb., *O.* sp. Ces couches, qui ne sont autres que le système de Priabona, correspondent au gisement Lady Bruce, à la base de la côte des Basques.

4° Marnes blanches contenant une quantité prodigieuse de bryozoaires : c'est le niveau des marnes bleues de la côte des Basques.

A Priabona, la coupe est moins étendue; la formation la plus basse observable est un basalte formant le lit du torrent qui coule au sud-ouest de la butte de La Granella. Immédiatement au-dessus on trouve un calcaire contenant *N. contortus-striatus, Orthophragmina Pratti, O. sella, O. strophiolata* et d'autres espèces à piliers. On retrouve les mêmes fossiles dans le haut de la butte, de sorte que les bancs saumâtres à *Cerithium diaboli* sont intercalés dans la base du système marno-calcaire. Il en est de même des tufs et bancs à grandes coquilles décrits par Suess, qui supportent un puissant calcaire à Oursins et *N. contortus*, recouvert par les marnes bleues de Priabona : *N. contortus-striatus, Orthophragmina sella, O. Pratti, O. radians,* et espèces à piliers et pustuleuses. Ce puissant système marno-calcaire de Priabona correspond à celui de Pederiva et au gisement Lady Bruce à Biarritz.

Les marnes à bryozoaires sont bien développées, surtout à Brendola; là elles contiennent *N. contortus-striatus, Terebratulina tenuistriata, Spondylus cisalpinus,* faune qui les assimile aux marnes bleues de la côte des Basques.

Les marnes de Brendola supportent des calcaires à polypiers, bien développés à Montecchio-Maggiore, contenant *N.* cf. *contortus;* ils sont recouverts par les couches de Castel Gomberto, à *Natica crassatina*, dont la faune est presque identique, comme Tournouër l'a montré depuis longtemps, à la faune de Gaas, avec laquelle il faut la paralléliser; de sorte que, si l'assimilation des couches de Gaas et des couches supérieures de Biarritz, admise par M. Douvillé, est exacte, les couches de Montecchio-Maggiore correspondraient à la partie tout à fait supérieure de la côte des Basques, aux couches du Cachaou et de la perspective Miramar.

Nous avons pu aussi préciser les niveaux de Roncà et de S. Giovanni Ilarione, à l'aide d'une coupe relevée à l'ouest de Chiampo. Les couches de Roncà contiennent *N. striatus, N. lucasanus, N. Brongniarti.* Or, à l'ouest

de Chiampo, on trouve deux bandes calcaires dans le basalte; l'inférieure contient *N. biarritzensis* et se parallélise avec La Gourèpe et le calcaire gréseux de Pederiva; la supérieure contient *N. contortus-striatus*, *N. crassus-lucasanus*, *N. Brongniarti;* c'est la faune de Roncà, qu'on doit mettre sur le même horizon que le calcaire à *N. crassus* et *N. contortus* de Pederiva, et que les couches du ravin de Mouriscot près Biarritz. Le tuf et le calcaire de S. Giovanni Ilarione appartiennent à la bande inférieure et contiennent *N. crassus*, *N. aturicus*, *N. lucasanus*, *N. gizehensis*, *N. complanatus*.

On voit, une fois de plus, que les nummulites sont des fossiles précieux pour l'établissement des synchronismes à grandes distances. Un autre résultat de cette étude est de montrer que les *Orthophragmina* disparaissent plus tôt dans le Vicentin qu'à Biarritz.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe du 4 juillet 1905 dans l'Orléanais.* Note de M. **Maillard**, présentée par M. de Lapparent.

Le 4 juillet 1905, une trombe a ravagé les environs de Cravant, près de Beaugency. Le fléau a sévi, presque exactement en ligne droite, sur une longueur de 12^{km}, depuis Cernay jusqu'au château de la Touane, la dévastation étant concentrée sur une bande de 250^m à 350^m de largeur.

Vers 9^h du soir, à la suite d'une journée exceptionnellement chaude, un nuage d'un noir d'encre s'avança, rasant le sol, avec une vitesse d'environ 12^m à la seconde. Les habitants ressentirent une oppression subite qui les empêchait de respirer et, en chaque point du parcours, l'œuvre dévastatrice s'accomplit en une trentaine de secondes. Le mouvement giratoire, bien mis en évidence par le mode de dispersion des débris, s'effectuait en sens inverse de la marche des aiguilles d'une montre.

Un intérêt scientifique spécial s'attache à la tornade du 4 juillet, en raison de l'abaissement subit de la pression atmosphérique qui s'est produit sur son passage, et seulement à sa périphérie. Si l'on imagine, au fond du tourbillon, deux cercles concentriques, l'un de 250^m, l'autre de 400^m de diamètre, c'est dans l'enveloppe annulaire, large de 75^m, seulement sur ses bords nord-ouest et sud-est, que sont survenus les phénomènes dont nous allons parler.

Le carrelage d'une cuisine a été soulevé en dos d'âne. A Cravant, à la sortie de la route de Beaugency, une trappe de grenier, sur laquelle reposait une balance-bascule d'environ 50^{kg}, s'est ouverte en projetant la bascule à 1^m de distance, sans que le

grenier éprouvât d'autres dégâts que l'enlèvement de quelques tuiles à la toiture. Au presbytère, les deux vasistas du grenier ont été enlevés et retrouvés, l'un sur les moissons voisines, l'autre dans la gouttière. Une mansarde, tenant par trois côtés au grenier et prenant jour au dehors par une fenêtre sur le quatrième côté, a subi un dommage très caractéristique. Deux des cloisons se sont écroulées, notamment celle qui faisait face à la fenêtre, et des panneaux de briques de ces cloisons, de 1^{m^2} de superficie, ont été projetés de la mansarde dans le grenier. Il a été aisé de constater qu'avant de se rompre, les cloisons s'étaient incurvées de ce côté. On peut donc dire que la mansarde *a éclaté* comme ferait une vessie pleine d'air sous la cloche d'une machine pneumatique.

Dans une des fermes de Villecéry, où les volets avaient été fermés, les vitres des fenêtres se sont brisées de l'intérieur vers l'extérieur. Enfin, dans une maison, une plaque de tôle semi-circulaire, fermant la gueule d'un four, fut projetée au dehors et retrouvée au milieu de la rue.

Il s'est donc produit un abaissement subit de la pression atmosphérique dans certaines régions du tourbillon. On peut dire que le phénomène a été instantané; car, la vitesse de translation étant de 12^m, en moins de 1 seconde, un local d'une dizaine de mètres de côté passait de l'extérieur à l'intérieur de la tornade.

La différence des pressions a produit des effets d'autant plus sensibles que le local était mieux clos. Ainsi, en bordure de la trombe, les toitures dont les éléments, ardoises ou tuiles, reposaient sur de simples lattes, n'ont subi d'autre dégât que la disparition de ces éléments. Au contraire, une toiture neuve, complètement appuyée sur un plancher, a été soulevée d'une pièce et emportée dans les champs voisins. Une toiture vermoulue, très voisine de la précédente s'est montrée peu endommagée. Dans un autre bâtiment, la partie nord-est du toit, directement heurtée par la tornade, a été soulevée comme le couvercle d'un pupitre, en restant appuyée sur deux chevrons, de sorte que le lendemain il fut possible de la replacer sur les murs. La toiture à jour du clocher de l'église n'eut pas à souffrir, alors que la couverture de l'édifice, qui faisait du grenier un vase clos, a perdu ses ardoises tout le long de l'arête faîtière.

D'après cela, il nous paraît que tous les phénomènes de *happage* et de *vents ascendants,* signalés sur le passage des trombes, doivent être attribués à un appel d'air, conformément à la théorie de MM. Teisserenc de Bort et Lasne, ainsi qu'aux expériences de M. Weyher; cet appel ayant pour cause l'abaissement subit de la pression dans certaines régions du tourbillon. Une preuve curieuse de cet appel a pu être constatée près de Cravant dans un champ d'avoine, dont les tiges, restées debout, avaient été complètement dépouillées de leurs graines, comme si les gaines avaient été promenées à travers les dents d'un peigne.

Malheureusement l'absence d'un baromètre enregistreur dans la contrée empêche de savoir dans quelle mesure exacte a pu se produire cet abaissement de pression.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 novembre 1905.

La Science moderne et son état actuel, par Émile Picard, Membre de l'Institut. Paris, Ernest Flammarion, s. d; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Sur les lancements de ballons-sondes et de ballons-pilotes au-dessus des océans; Note de S. A. S. le Prince Albert de Monaco, Correspondant de l'Institut. (*Bulletin du Musée océanographique de Monaco,* n° 47, 16 octobre 1905.) 1 fasc. in-8°.

La faune momifiée de l'Ancienne Égypte, par le Dr Lortet, Correspondant de l'Institut, et M.-C. Gaillard; 2e série. Lyon, Henri Georg, 1905; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. Chauveau. Hommage des auteurs.)

Théorie nouvelle des pièces droites et courbes fléchies debout, par Pierre Vandeuren. Paris, H. Le Soudier, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Maurice Levy.)

La séparation électromagnétique et électrostatique des minerais, par Désiré Korda. Paris, édité par *L'Éclairage électrique,* 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'éditeur.)

Cordouan d'après les textes, par B. Saint-Jours. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1905; 1 fasc. in-8°.

La situation actuelle et quelques problèmes futurs de la Météorologie maritime; exposé présenté à S. A. S. le Prince Albert de Monaco, par H. Hergesell. (*Bulletin du Musée océanographique de Monaco;* n° 44, 1er octobre 1905.) 1 fasc. in-8°.

Campagne scientifique de la « Princesse-Alice », 1905. *Liste des stations,* avec une Carte. (*Bulletin du Musée océanographique de Monaco;* n° 46, 15 octobre 1905.) 1 fasc. in-8°.

Archives italiennes de Biologie; t. XL, fasc. 3 : *Table générale des matières contenues dans les Volumes* XXI-XL, 1894-1903, rédigée par le prof. G. Manca. Turin. 1903; 1 vol. in-8°.

Memorie della Regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; 3e série, Vol. V. Modène, 1905; 1 vol. in-4°.

Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften; Bd. CXIII, Jahrgang 1904. Vienne, 1904; 27 fasc. in-8°.

Denkschriften der kaiserlichen Academie der Wissenschaften : Mathematisch-naturwissenschaftlische Klasse; Bd. LXXVII. Vienne, 1905; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 NOVEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Nitrates et nitrites pour engrais.* Note de M. **Th. Schlœsing** fils.

Le nitrate employé aujourd'hui comme engrais est, d'une manière très générale, le nitrate de soude. Il n'est guère douteux que le nitrate de chaux puisse, à égalité d'azote, être considéré comme équivalent; tout au moins est-il permis de dire que ce dernier représente une matière fertilisante de premier ordre; car l'azote, après la nitrification naturelle dans les sols, doit se présenter le plus ordinairement aux racines, qui l'utilisent si bien, à l'état de nitrate de chaux. Malgré sa très grande probabilité, il n'est pas tout à fait inutile de vérifier expérimentalement cette équivalence, en raison de l'intérêt que l'usage du nitrate de chaux emprunte à des circonstances nouvelles.

La fabrication de l'acide nitrique avec les éléments de l'air, à l'aide d'un four électrique, fabrication qui dès maintenant fonctionne en Norvège (procédé Birkeland et Eyde), outre qu'elle prépare sans doute des changements importants dans l'industrie chimique, est appelée à avoir aussi son retentissement sur les errements de l'agriculture. Elle peut, en effet, fournir des quantités considérables de nitrate de chaux, s'ajoutant pour le présent aux nitrates de soude du Chili et capables de les remplacer le jour où ils disparaîtront par épuisement.

C'est sur le nitrate de chaux de cette provenance, à 13 pour 100 d'azote, que j'ai expérimenté. L'essai a porté en même temps sur des nitrites. La fabrication visée plus haut donne une partie de l'azote oxydé à l'état de

nitrite de chaux, qu'elle transforme en nitrate, les nitrites ne se consommant pas actuellement comme engrais. Mais faut-il réellement proscrire les nitrites? Sont-ils nuisibles à la végétation, sont-ils utilisés par elle? Voici quelques résultats d'expériences sur ces questions.

Culture, en pots, de maïs jaunes gros (juillet-octobre 1905).

[Dans chaque lot, 9^{kg} terre de Boulogne + $0^g,405$ P^2O^5 (superphosphate) + $1^g,500$ sulfate de potasse. Nitrates et nitrites ajoutés, en dehors des témoins, à raison de $0^g,200$ d'azote pour 9^{kg} de terre, soit de 80^{kg} environ à l'hectare.]

	Témoins sans addition d'azote.	Nitrite de soude et nitrite de chaux (moyenne).	Nitrate de soude.	Nitrate de chaux de Norvège.
Poids des récoltes sèches..	$43^g,3$	$54^g,6$	$54^g,2$	$54^g,0$

Sous la même dose d'azote, nitrates et nitrites mis en œuvre se sont montrés également efficaces; la perfection de l'égalité est peut-être, d'ailleurs, un peu fortuite. Ces expériences sont à continuer.

ZOOLOGIE. — *Sur les Macroures nageurs (abstraction faite des Carides), recueillis par les expéditions américaines du* Hassler *et du* Blake. Note de M. **E.-L. Bouvier.**

Les Crustacés décapodes recueillis au cours des campagnes du *Hassler* et du *Blake* avaient été confiés par M. Alexandre Agassis à mon regretté maître A. Milne-Edwards. En collaboration avec ce dernier, j'ai décrit et suffisamment fait connaître une partie de ces matériaux, les Anomoures, les Dromiacés et les Crabes oxystomes; il reste donc à étudier maintenant les autres Crabes et les Décapodes macroures. La description des premiers fut sommairement faite par A. Milne-Edwards en 1880 et sera complétée à brève échéance; quant à l'étude des seconds, restée jusqu'ici à l'état d'ébauche, elle est poussée concurremment par M. Coutière et par moi, la part qui m'est réservée comprenant d'ailleurs tous les Macroures à l'exception des Crevettes proprement dites ou Carides.

L'objet de cette Note est de faire connaître les formes nouvelles ou curieuses qui se trouvent parmi les Macroures nageurs dont j'ai entrepris l'étude :

1° *Pénéidés.* — Dans la tribu des *Pénéidés* la forme la plus instructive est

sans contredit le *Neopenæopsis paradoxus,* qui constitue le type d'un genre nouveau et d'une espèce nouvelle. Les nombreux exemplaires de cette forme appartiennent évidemment à la même section que les *Penæopsis* et les *Xiphopenæus,* mais ils ne présentent jamais d'exopodites sur les pattes des deux paires postérieures et, le plus souvent même, leurs appendices locomoteurs thoraciques sont totalement dépourvus de ces rameaux accessoires. Des variations analogues s'observent dans les épipodites des mêmes appendices; jamais ces rameaux n'existent sur les deux paires de pattes postérieures et, dans la grande majorité des cas, ils manquent également sur les pattes de la paire précédente; par contre, on les trouve toujours sur les pattes des deux paires antérieures. Cette espèce nous montre par quelle voie ont pu dériver les uns des autres les divers genres de la tribu des Pénéidés; en fait, on peut définir le genre *Neopenæopsis :* un *Penæopsis* dépourvu d'exopodite sur les pattes des deux dernières paires; mais, les autres caractères des *N. paradoxus* étant très variables, il est évident que les deux genres sont fort voisins l'un de l'autre et que le premier dérive du second par une atrophie plus ou moins accusée des rameaux appendiculaires. Cette forme curieuse a été capturée dans la mer des Antilles par 84 et 91 brasses de profondeur.

Une autre forme intéressante est l'*Archipenæopsis vestitus,* qui représente également le type d'un genre nouveau et d'une espèce nouvelle. Ce Crustacé tient à la fois des *Penæopsis* et des *Hemipenæopsis;* il est plus primitif que les premiers parce qu'il présente des épipodites sur les maxillipèdes externes, mais il n'a plus la formule branchiale des seconds, les pleurobranchies de ses deux paires de pattes postérieures ayant disparu. D'ailleurs, l'espèce n'est pas sans un air de famille avec les *Hemipenæopsis* et les *Metapenæopsis,* car elle présente comme eux un revêtement de courts poils squamiformes. Cet instructif Pénéide est représenté jusqu'ici par un spécimen unique qui fut capturé par le *Blake* dans la mer des Antilles, à la faible profondeur de 37 brasses.

Je désigne sous le nom de *Parartemesia* une nouvelle forme de transition, qui rattache les *Artemesia* aux *Haliporus.* Ce type présente de petits exopodites en forme de lamelles simples, étroites et courtes, sur tous les appendices thoraciques depuis les maxillipèdes moyens jusqu'aux pattes postérieures inclusivement; il est en outre muni de grands épipodites sur tous ces appendices à l'exception des dernières pattes et présente des pleurobranchies sur ces pattes et sur celles de la paire précédente. J'ajoute que les palpes mandibulaires, par le développement assez grand de leurs deux

articles, ressemblent tout à fait à ceux des *Artemesia*, de sorte que la nouvelle forme présente un curieux mélange des caractères propres à ce dernier genre et aux *Haliporus*. Il est également curieux de constater que l'espèce la plus typique du nouveau genre, la *Parartemesia carinata* sp. n., a été capturée par le *Hassler* dans les mêmes eaux et à la même profondeur que les deux *Artemesia* jusqu'ici connues, c'est-à-dire au large de Montevideo, par 7 et 44 brasses de profondeur. Une seconde espèce du même genre, la *P. tropicalis* sp. n., provient au contraire de la mer des Antilles où elle a été prise par le *Blake* par des profondeurs de 80 à 175 brasses. Cette seconde espèce se distingue de la précédente par l'absence de carène dorsale en arrière de la suture cervicale et par l'atrophie de ses épines hépatiques.

Il me reste à signaler, dans la tribu des Pénéidés, deux espèces nouvelles moins curieuses que les précédentes, le *Penæopsis Agassizi*, remarquable par le très grand développement de ses exopodites, et le *Parapenæopsis Rathbuni*, qui se distingue des autres formes du même genre par ses courts fouets antennulaires. La première de ces espèces provient de Sombrero, la seconde fut capturée par Stimpson dans la mer des Antilles, à 17 brasses de profondeur.

La tribu des *Aristéinés* ne comprend qu'une forme nouvelle, le *Gennadas brevirostris*, ainsi nommé parce qu'il présente un rostre aciculiforme très court qui atteint au plus la base des pédoncules oculaires. Ces derniers sont fort développés et portent du côté dorsal une longue pointe aiguë inclinée en avant. L'espèce provient des parages de Sainte-Lucie où elle fut trouvée par le *Blake* sur des fonds de 221 brasses.

La tribu des *Sicyoninés* comprend plusieurs espèces, dont une nouvelle, la *Sicyonia Stimpsoni* qui fut désignée de la sorte, mais non décrite, par A. Milne-Edwards. Cette espèce ressemble à la *S. carinata* Olivi (*S. sculpta* Edw.) de la Méditerranée parce qu'elle présente un long rostre qui dépasse beaucoup les yeux; mais elle est beaucoup moins sculptée et porte une armature thoracique plus simple, à savoir deux dents carénales seulement, une très forte en arrière et une plus réduite en avant à la base du rostre. La *S. Stimpsoni* paraît assez commune dans la mer des Antilles où elle fut recueillie par le *Blake* en des points compris entre 60 et 110 brasses de profondeur.

2° *Sténopidés*. — Cette petite famille est représentée dans les collections du *Blake* par une très intéressante espèce nouvelle du genre *Richardina*. On sait que ce dernier genre était représenté jusqu'ici par trois espèces,

la *R. spinicincta* A.-M. Edw, et la *R. Fredericii* Lo B., l'une et l'autre propres à la Méditerranée et à l'Atlantique oriental, et par la *R. spongicola* Alc. et And., trouvée par l'*Investigator* dans les profondeurs voisines de Travancore et des îles Andaman. Ces trois espèces portent une riche garniture de dents spiniformes, tant sur le rostre qu'en arrière de la suture cervicale, mais les deux premières ont des yeux bien développés et des téguments durs, indices certains d'une existence libre, tandis que la troisième est presque aveugle, présente des téguments assez mous et se tient à l'intérieur des Éponges siliceuses. L'espèce du *Blake* ressemble à *R. spongicola* par ces trois derniers caractères, mais elle est plus étroitement adaptée au commensalisme, car ses téguments ont une mollesse extrême et son bouclier céphalothoracique ne présente plus traces d'une armature épineuse. Cette espèce mérite donc bien le nom de *Richardina inermis* que je lui attribue; elle est représentée par un certain nombre d'exemplaires qui furent capturés dans les parages de Sainte-Lucie, à 220 et à 423 brasses de profondeur.

M. **Rud. Bergh** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage intitulé : *Die Opisthobranchiata der Siboga-Expedition.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, au choix d'un membre de la Commission de contrôle de la circulation monétaire.

M. **Troost** réunit l'unanimité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Accident du « Chatham » (septembre 1905). *Note, vues et plans.* Publié par la Compagnie universelle du canal de Suez. (Présenté par M. Vieille.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences de cubiques gauches.* Note de M. STUYVAERT.

A part deux articles de M. Veneroni (*Rend. Circ. mat. Palermo*, 1902; *Rend. R. Ist. Lomb.*, 1904) et des résultats isolés obtenus par la Géométrie projective ou énumérative, on ne sait presque rien des congruences de cubiques gauches. Nous esquissons ici une méthode donnant une classification et une représentation de ces systèmes et s'appliquant à des ensembles d'un degré plus élevé.

Soit une matrice $\|a_{ik}\|$ à l lignes et à $l+1$ colonnes dont les éléments sont des formes linéaires homogènes en $x_1, x_2, \ldots, x_d$. Elle s'annule pour une variété algébrique à $d-3$ dimensions dans l'espace à $d-1$ dimensions; pour $d=4$, c'est une courbe gauche d'ordre $\frac{l(l+1)}{2}$; pour $d=3$, un groupe de $\frac{l(l+1)}{2}$ points d'un plan.

Supposons que les coefficients des formes a_{ik} soient fonctions, d'ordre p_i+q_k, de trois paramètres homogènes $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ que l'on peut considérer comme les coordonnées d'un point α dans un plan. Pour chaque point x, l'évanouissement de la matrice $\|a_{ik}\|$ représente en général un nombre fini μ de points α; μ est une fonction connue des p et des q. Les relations $\|a_{ik}\|=0$ représentent donc une congruence de variétés algébriques, et l'ordre de cette congruence ou le nombre des variétés passant par un point arbitraire x est en général μ. Cet ordre s'abaisse d'autant d'unités qu'il y a de points fixes parmi les μ points α, pourvu que ces points fixes soient simples sur les ∞^ν courbes C obtenues en faisant précéder la matrice $\|a_{ik}\|$ d'une ligne de formes indépendantes des x et d'ordre le moins élevé possible en α. La congruence est linéaire ou du premier ordre si $\mu-1$ des points α sont fixes et un seul variable avec x.

Si quelques-uns des points fixes α sont singuliers sur les courbes C, on ne peut affirmer que leur nombre ne dépassera pas le nombre maximum de points singuliers d'une courbe non dégénérée. Rien non plus ne permet de dire que les conditions impliquées par la connaissance de ces points doivent être en nombre inférieur aux conditions indépendantes définissant un système de $\infty^{\nu-1}$ courbes C. Si r_h est le nombre des points h^{ples} communs aux courbes C, on n'a, pour caractériser une congruence linéaire, que la

seule relation

$$\Sigma h^2 r_h^2 = \mu - 1.$$

Admettons que la matrice $\|a_{ik}\|$ ait deux lignes et trois colonnes. En chacun des points fixes α elle s'annule pour tout point x; donc, ou bien tous les éléments d'une ligne ou de deux colonnes sont identiquement nuls; ou bien les éléments d'une ligne sont identiques, à un même facteur constant près, aux éléments correspondants de l'autre; ou bien les éléments de chaque ligne sont identiques entre eux, à des facteurs constants près, les mêmes pour les deux lignes (si les éléments de la matrice n'étaient pas linéaires en x, le nombre de ces possibilités serait plus grand). Ces diverses hypothèses doivent être envisagées pour chacun des points fixes α et combinées entre elles de toutes les manières possibles.

Si les paramètres $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ entrent tout au plus au premier degré dans les éléments de la matrice (à deux lignes et trois colonnes de formes linéaires en $x_1, x_2, \ldots, x_d$), les courbes C en α sont des droites sans point fixe, ou des coniques à deux points fixes. Lorsque ces derniers sont distincts, on peut les prendre pour sommets du triangle de référence; lorsqu'ils coïncident, on peut prendre la tangente commune pour côté du triangle de référence. L'analyse des divers cas possibles ramène les congruences considérées ici aux six types suivants ($a_x, b_x, \ldots$ désignent des formes linéaires) :

$$\text{(I)}\quad \begin{Vmatrix} \alpha_1 a_x + \alpha_2 b_x + \alpha_3 c_x & \alpha_1 a'_x + \alpha_2 b'_x + \alpha_3 c'_x & \alpha_1 a''_x + \alpha_2 b''_x + \alpha_3 c''_x \\ d_x & d'_x & d''_x \end{Vmatrix} = 0,$$

$$\text{(II)}\quad \begin{Vmatrix} \alpha_1 a_x + \alpha_2 b_x + \alpha_3 c_x & \alpha_1 a'_x + \alpha_2 b'_x + \alpha_3 c'_x & a''_x \\ \alpha_1 d_x + \alpha_2 f_x + \alpha_3 g_x & \alpha_1 d'_x + \alpha_2 f'_x + \alpha_3 g'_x & d''_x \end{Vmatrix} = 0,$$

$$\text{(III)}\quad \begin{Vmatrix} \alpha_1 a_x + \alpha_2 b_x & \alpha_1 a'_x + \alpha_2 b'_x & \alpha_1 a''_x + \alpha_2 b''_x \\ \alpha_1 d_x + \alpha_3 g_x & \alpha_1 d'_x + \alpha_3 g'_x & \alpha_1 d''_x + \alpha_3 g''_x \end{Vmatrix} = 0,$$

$$\text{(IV)}\quad \begin{Vmatrix} \alpha_1 a_x + \alpha_2 b_x + \alpha_3 c_x & \alpha_1 a'_x + \alpha_3 c'_x & \alpha_1 a''_x + \alpha_3 c''_x \\ \alpha_1 d_x + \alpha_2 f_x & \alpha_1 d'_x & \alpha_1 d''_x \end{Vmatrix} = 0,$$

$$\text{(V)}\quad \begin{Vmatrix} \alpha_1 a_x + \alpha_2 b_x + \alpha_3 c_x & \alpha_1 a'_x + \alpha_2 b'_x & \alpha_1 a''_x + \alpha_2 b''_x \\ \alpha_1 d_x + \alpha_2 f_x & \alpha_1 d'_x & \alpha_2 d''_x \end{Vmatrix} = 0,$$

$$\text{(VI)}\quad \begin{Vmatrix} \alpha_1 a_x + \alpha_2 b_x + \alpha_3 c_x & \alpha_1 a'_x + \alpha_2 b'_x + \alpha_3 c'_x & \alpha_1 a''_x + \alpha_2 b''_x + \alpha_3 c''_x \\ \alpha_1 d_x + \alpha_2 c_x & \alpha_1 d'_x + \alpha_2 c'_x & \alpha_1 d''_x + \alpha_2 c''_x \end{Vmatrix} = 0.$$

La gerbe G de cubiques gauches passant par deux points fixes et douées

de trois bisécantes communes (voir notre *Étude de quelques surfaces algébriques engendrées par des courbes du second et du troisième ordre*, Gand, Hoste, et Paris, Gauthier-Villars, 1902; Chap. III) représentée par

$$(1) \qquad \begin{Vmatrix} \alpha_1 a_x & \alpha_2 a'_x & a_3 a''_x \\ b_x & b'_x & b''_x \end{Vmatrix} = 0$$

est un cas particulier des congruences (I) et (IV) ci-dessus. Elle admet elle-même pour cas particuliers la gerbe de Th. Reye (cubiques par cinq points) et celle de R. Sturm (cubiques ayant un même tétraèdre d'osculation).

Dans chacune des six congruences précédentes on trouve facilement le lieu des points x par où passent ∞^1 variétés du système. Pour $d = 4$, on trouve ainsi des directrices d'une congruence de cubiques; par exemple, pour la congruence (III), ces directrices sont une sextique gauche de genre 3 et deux cubiques gauches. Pour $d = 3$, on trouve les points singuliers des congruences de triangles.

Dans chaque congruence de triangles, on peut trouver les ∞^4 coniques Γ qui admettent un de ces triangles pour triangle conjugué. Il y a en général des coniques Γ telles que chacune admet pour triangles conjugués ∞^1 triangles de la congruence. Pour que tous les triangles de la congruence soient conjugués par rapport à une même conique Γ, il faut des relations particulières entre les formes définissant le système. Ce fait se présente pour la congruence de triangles définie par les équations (1) où les formes a_x, b_x, ... sont ternaires, quand les deux triangles $(aa'a'')$ et $(bb'b'')$ sont homologiques. Par projection on trouve ce théorème : les cubiques gauches ayant en commun deux points et trois bisécantes percent un plan π aux sommets d'une congruence de triangles; ceux-ci seront conjugués par rapport à une même conique quand les trois bisécantes sont projetées des deux points fixes sur le plan π suivant deux triangles homologiques; les plans π jouissant de cette propriété enveloppent une quadrique. Le cas particulier relatif à la gerbe de Reye est connu.

Possédant une classification des congruences linéaires de cubiques, on peut chercher quelle place y occupe un système particulier défini géométriquement. Par exemple, les cubiques à cinq bisécantes communes se représentent par une matrice où les éléments d'une ligne sont fonctions cubiques de α_1, α_2, les éléments de l'autre fonction de α_1, α_3, et où les éléments d'une même colonne ne diffèrent que par le nom des variables. On peut arriver à une autre représentation de cette congruence : les paramètres α_1, α_2, α_3 ne figurent plus qu'à la première puissance, mais les courbes sont accompagnées toutes d'un même nombre de droites fixes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement d'une fonction analytique uniforme en produit infini.* Note de M. **Zoretti**, présentée par M. Appell.

Les travaux de MM. Runge et Painlevé ont élucidé d'une façon complète la question du développement en série de polynomes d'une fonction analytique uniforme. Quelque compliquées que soient les singularités de la fonction donnée, on peut toujours former une série de polynomes qui la représente dans tout son domaine d'existence.

Il peut être intéressant de démontrer que l'on peut former, par un procédé tout à fait analogue, un développement jouissant de la même propriété, mais ce développement étant un produit infini de facteurs, dont la forme généralise le facteur primaire de Weierstrass comme le développement en série de polynomes généralise la série entière. C'est ce que je me propose d'indiquer. La question ne présente d'ailleurs pas une bien grande difficulté, la marche suivie étant celle même de M. Painlevé dans la démonstration du théorème cité plus haut.

Considérons une fonction analytique $f(z)$ régulière et uniforme dans le domaine extérieur à un cercle C de centre $z = a$ et intérieur à un contour simple Γ enveloppant C. Au moyen des zéros de $f(z)$, situés dans ce domaine D, je forme un produit de facteurs primaires $P(z)$. Ceci posé, on peut démontrer que, dans D, $f(z)$ peut se mettre sous la forme

$$f(z) = P(z)(z-a)^k e^{\varphi(z)} \psi(z),$$

k étant un entier positif ou négatif, $\varphi(z)$ une série ordonnée suivant les puissances négatives de $z - a$ et $\psi(z)$ une fonction régulière qui, dans D, ne devient ni nulle ni infinie.

De même, si l'on appelle D le domaine extérieur à n cercles $C_1, C_2, \ldots, C_n$ de centres $a_1, a_2, \ldots, a_n$ et intérieur à un contour Γ qui enveloppe tous ces cercles, la fonction $f(z)$, régulière dans D, pourra s'y écrire

$$f(z) = P(z)(z-a_1)^{k_1}(z-a_2)^{k_2}\ldots(z-a_n)^{k_n} e^{\varphi_1+\varphi_2+\ldots+\varphi_n}\psi(z),$$

$P(z)$ étant un produit de facteurs primaires; $k_1, k_2, \ldots$ des entiers positifs ou non; φ_i des séries ordonnées suivant les puissances négatives de $z - a_i$ et ψ une fonction régulière non nulle dans D.

Ceci admis, si l'on considère une fonction $f(z)$ à singularités quelconques, on pourra, en se donnant d'avance un nombre ρ d'ailleurs arbitraire, enfermer dans un nombre fini de cercles de rayon ρ toutes celles de ces singularités qui sont intérieures

à un cercle donné C de rayon $\frac{1}{\rho}$ (¹) ayant pour centre l'origine. On conçoit alors comment, en appliquant au domaine ainsi défini le théorème précédent, puis en faisant tendre ρ vers zéro, on puisse parvenir au théorème général suivant :

Théorème. — *On peut former un produit infini de facteurs qui converge absolument et représente $f(z)$ pour tout point z distinct d'une singularité et uniformément dans tout domaine qui ne contient aucune singularité ni à son intérieur, ni sur son contour.*

Un facteur quelconque de ce produit est un produit de binomes relatifs aux zéros de $f(z)$; de facteurs tels que $(z - a_i)^{k_i}$ (a_i étant une singularité et k_i un entier) et enfin d'une exponentielle dont l'exposant est une fraction rationnelle en z.

On peut, comme pour les développements en séries de polynomes, donner une forme de développement plus simple pour les fonctions qui n'ont pour singularités que des points isolés ou limites de points isolés. Appelons *singularité de rang p* un point limite de points de rang $p - 1$, les points de rang 1 étant les points isolés. Appelons fonction de rang p une fonction ayant un nombre fini de points de rang p. Pour toute fonction de rang fini, on peut opérer un peu plus simplement dans la formation du produit infini.

Toutes les remarques que l'on peut faire sur les développements en séries de polynomes subsistent, notamment celles relatives au caractère artificiel des singularités que l'on introduit et qui peuvent être des points d'holomorphie de la fonction représentée.

GÉODÉSIE. — *Sur les triangulations géodésiques complémentaires des hautes régions des Alpes françaises (troisième campagne).* Note de M. **P. Helbronner**, présentée par M. Michel Lévy.

Comme nous l'annoncions dans notre Communication du 7 novembre 1904, la préparation des triangulations géodésiques complémentaires, que nous voulions effectuer en 1905, était commencée déjà à cette époque par la construction des signaux sur les sommets principaux du grand massif du Pelvoux et des Écrins. Cette troisième campagne portant sur la plus

(¹) Il peut arriver qu'il n'existe pas de cercle C ne passant par aucune singularité. On déformera alors très peu le contour de C pour obtenir un contour jouissant de cette propriété.

importante chaîne glaciaire française après celle du mont Blanc (mais plus étendue que celle-ci en superficie) nous fit penser qu'il était utile de lui consacrer une longue période de travaux sur le terrain et nous avons envisagé la nécessité de deux campagnes. Dans la première, qui vient de se terminer, nous sommes restés dans les Alpes du 5 juin au 6 octobre, soit 4 mois. Pendant cette période, nous avons effectué 122 stations géodésiques, dont une au-dessus de 4000^m, au sommet de la Barre des Écrins; 17 entre 3500^m et 4000^m, parmi lesquelles le Pelvoux (3938^m), point géodésique du premier ordre du Dépôt de la Guerre, au sommet duquel nous avons passé, dans notre campement, 3 jours et 2 nuits par un temps constamment propice aux observations; 12 entre 3000^m et 3500^m; 43 entre 2000^m et 3000^m.

Le réseau de nos stations primaires, étudié à l'avance, a été combiné de façon à comprendre, d'une part, des sommets sur le périmètre de tout le massif.

Dans cette série, rentrent notamment les deux grandes stations du Taillefer (2861^m E. M.) et du Goléon (3429^m E. M.) faisant partie du réseau du premier ordre du Dépôt de la Guerre où nous avons déjà stationné l'an dernier. Parmi les autres stations principales de cette série, nous citerons : le Pic des Trois-Évêchés (3120^m E. M.), la Roche du Grand-Galibier (3242^m E. M.), le Grand-Aréa (2875^m E. M.), la Cime de la Condamine (2936^m E. M.), la Tête-d'Amont (2810^m E. M.), le Pic de l'Aiglière (3325^m E. M.), le Pic de la Cavale (2897^m E. M.), le Sirac (3438^m E. M.), le Pic Pétarel (2663 E. M.), le Grun de Saint-Maurice (2771^m E. M.), le Pic Vert (2580^m E. M.), la Tête des Chétives (2647^m E. M.), etc.

Une deuxième série de stations primaires s'est effectuée sur les grands sommets du massif lui-même.

Parmi elles nous citerons le Pic de la Grave (3669^m E. M.), le Pic de Combeynot (3163^m E. M.), l'Aiguille du Plat de la Selle (3606^m E. M.), la Grande Ruine (3754^m E. M.), où il fut fait trois stations, le 19 juin, les 16 et 17 juillet; la Brèche de la Meije (3360^m E. M.), le Pic de Neige Cordier (3615^m E. M.), le Pic des Agneaux (3660^m E. M.), la Pointe Durand du Pelvoux (3938^m E. M.) d'où nous pûmes prendre 340 directions tant azimutales que zénithales, le Sommet des Écrins (4103^m E. M.), la Grande Aiguille de la Bérarde (3422^m E. M.), les Bans (env. 3700^m), les Rouïes (3634^m E. M.), l'Aiguille du Canard (3270^m E. M.), la Grande Roche de la Muzelle (env. 3500^m), etc.

Ces deux séries comprennent une totalité de trente-sept points primaires.

Parmi les stations secondaires, se trouvent plusieurs cols glaciaires et

plusieurs sommets dépassant également 3000^m (parmi lesquels notamment la Pointe Puiseux du Pelvoux (3954^m E. M.).

Ce réseau intéresse une superficie de plus de quinze cents kilomètres carrés, compris entre les parallèles de 49^{G}70' et 50^{G}15' et entre les méridiens de longitude Est de 3^{G}95' et 4^{G}75'.

Toutes les stations primaires ont été pourvues de signaux construits à l'avance. Un très grand nombre d'entre eux ont également été placés à nos stations secondaires et tertiaires et sur des points intersectés. Leur nombre total dépasse cent cinquante.

Au point de vue des visées, les stations primaires ont été réunies entre elles en général par plusieurs tours d'horizon. Il y a eu environ cinq mille trois cents directions prises, tant azimutales que zénithales, correspondant à environ vingt mille lectures des verniers.

Les plus longues durées de stationnement au théodolite ont eu lieu au sommet du Pelvoux (28 heures de travail effectif en 3 journées), et au sommet de la Grande Ruine (16 heures de travail effectif).

Indépendamment des points déterminés par les visées du théodolite et soumis, tous, aux méthodes de compensations graphiques, une quatrième série de points sera constituée, en nombre presque illimité, par les perspectives photographiques. En effet, de chaque station géodésique primaire et de presque toutes les stations primaires et secondaires, il a été pris un tour d'horizon photographique complet en dix épreuves stéréoscopiques 8 × 9. Le nombre des clichés rapportés de cette campagne s'élève à cent quarante douzaines.

L'emploi du pied du théodolite, à calotte sphérique, pesant 6^{kg}, des verres jaunes ralentissant la pose dix-huit fois, des plaques orthochromatiques ocrées a permis d'obtenir une finesse justifiant un agrandissement linéaire de cinq fois et même de six fois pour quelques panoramas. Le téléobjectif a été utilisé pour environ deux cents clichés.

Plus de cent déclinaisons magnétiques ont également été mesurées en la plupart des stations.

Il n'est pas possible, à l'heure actuelle, de déterminer les divergences principales que ce travail fera ressortir dans sa comparaison avec les documents existants, car les calculs de compensation des points géodésiques, l'établissement des coordonnées géographiques et des altitudes demanderont un temps assez long. Ce qui est, en tout cas, nouveau dans notre triangulation, c'est la fixation de toute une série de points intermédiaires

entre les grands sommets, dont l'importance est la plupart du temps presque aussi considérable que le point culminant de ces longues arêtes à dents de scie, presque horizontales, caractérisant presque tous les hauts sommets de ce massif.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un frein dynamométrique destiné à la mesure de la puissance des moteurs, qui permet l'utilisation, sous forme électrique, de la majeure partie du travail développé.* Note de M. **A. Krebs**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous employons depuis plusieurs années dans les ateliers de la Société anonyme des anciens établissements Panhard et Levassor, pour la mesure de la puissance des moteurs à pétrole, un appareil absolument semblable à celui imaginé par de Prony.

Ce dernier appareil consiste en un collier formé de coussinets serrés sur l'arbre tournant ou sur un manchon calé sur l'arbre tournant de manière à obtenir un frottement convenable qui équilibre un poids porté à l'extrémité d'un levier faisant corps avec le collier.

Dans notre appareil, nous avons remplacé le frottement de matériaux contre matériaux, qui produit de la chaleur, par le frottement d'un induit dans un champ magnétique.

Le mot *frottement* employé dans ce cas n'est pas le terme exact, mais il fait bien comprendre la similitude d'effet. L'énergie produite n'est plus uniquement de la chaleur, mais, pour la plus grande partie, de l'électricité.

L'appareil est disposé de la façon suivante :

L'induit d'une dynamo est relié directement à l'arbre de la machine dont il s'agit de mesurer la puissance, de manière que son arbre soit le prolongement de celui de la machine.

L'inducteur de la dynamo portant les paliers de l'arbre de l'induit, au lieu d'être fixé rigidement au sol pour résister à la réaction du couple moteur, peut osciller lui-même autour de l'axe de l'induit au moyen de paliers à billes reposant sur le sol. Un levier est fixé à la carcasse de l'inducteur perpendiculairement à l'axe tournant et maintenu par deux butoirs lui permettant d'osciller légèrement au-dessus et au-dessous de la position horizontale.

Le collier du frein se trouve constitué ici par l'inducteur et son levier

équilibrés de manière à placer leur centre de gravité sur l'axe de l'arbre tournant.

Lorsque la machine est en mouvement les actions qui tendent à faire tourner l'inducteur ou collier sont de deux sortes :

1° Frottement de l'induit dans le champ magnétique produisant dans le circuit électrique un courant d'une intensité facile à régler et des courants de Foucault produisant de la chaleur;

2° Frottement matériel des axes dans leurs coussinets et des balais sur le collecteur.

Ces actions exercent une série de forces tangentielles, donnant lieu chacune à un moment par rapport à l'axe de l'arbre. La somme de ces moments tend à faire tourner l'inducteur ou collier du frein dans le sens de rotation de l'arbre tournant de la machine. Un poids placé à l'extrémité du levier détermine un moment inverse qui maintient le système en équilibre horizontal si le mouvement de la machine est uniforme.

Ce dispositif remplit donc exactement les conditions du frein de Prony; il possède sur ce dernier, au point de vue pratique, les avantages suivants :

1° De substituer au réglage du frottement le réglage d'un courant électrique, lequel n'est pas exposé aux variations d'un coefficient de frottement;

2° De transformer en électricité, et non en chaleur, la presque totalité du travail produit par le moteur;

3° La durée de l'expérience peut être prolongée aussi longtemps qu'il est nécessaire, sans crainte d'échauffement;

4° Les vitesses de fonctionnement et la puissance peuvent être variées entre des limites éloignées en agissant sur le champ inducteur et le courant produit;

5° Enfin les 85 à 90 pour 100 du travail effectué par le moteur peuvent être utilisés en travail industriel.

Cette nouvelle méthode a la sanction de plusieurs années d'expériences. Elle se généralise surtout dans les usines de construction de moteurs à grande vitesse, tels que les moteurs à pétrole pour automobiles.

Elle est couramment employée entre les vitesses de 500 à 2500 tours par minute et pour des puissances de moins de 1^{ch} à 200^{chx}.

Nous avons eu l'occasion de coupler ensemble sur le même axe deux dynamomètres et avons ainsi mesuré sans difficulté un moteur d'une puissance trop grande pour un seul appareil.

Le même dynamomètre permet de mesurer avec la même rigueur, ainsi qu'il est facile de s'en convaincre, l'effort transmis par lui à un organe mécanique.

Si cet organe mécanique est une transmission susceptible de donner des vitesses différentes, par exemple, pour la même puissance d'origine, on peut obtenir le rendement mécanique de cet organe en le commandant d'une part par un dynamomètre et en recueillant de l'autre le travail transmis par un second dynamomètre. Le rapport des moments des deux dynamomètres donne le rendement.

Nous tenons à rappeler ici qu'en 1889 M. Marcel Deprez avait adopté un dispositif analogue de suspension de l'inducteur d'une dynamo pour obtenir la mesure de son rendement industriel.

PHYSIQUE. — *Sur le phénomène électrique créé dans les chaînes liquides symétriques pour les concentrations, par la formation d'une surface fraîche de contact.* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note antérieure [1] nous avons : 1° prétendu que la différence de potentiel au contact de deux électrolytes miscibles pouvait dépendre de la façon dont s'opérait le contact des deux liquides; 2° prouvé que, en particulier, avec H^2O et un mélange (sel et acide), la variation de la différence de potentiel pouvait atteindre facilement plus d'un vingtième de volt.

Voici quelques résultats obtenus à ce jour, après plus de 400 déterminations sur les chaînes symétriques pour les concentrations :

$$MR \underset{(1)}{|} M'R' \underset{(2)}{|} MR,$$

ayant en (2) un contact ordinaire par superposition des liquides sans précautions spéciales, et en (1) un contact par surface fraîche formé par l'écoulement de MR plus dense dans M'R' moins dense.

I. *Contact : électrolyte-électrolyte.* — 1° Quand une dissolution aqueuse d'un sel pur non hydrolysable est opposée à la dissolution moins concentrée de ce même sel, ou à la dissolution de concentration quelconque d'un autre sel pur non hydrolysable, on ne constate aucun phénomène électrique dans notre chaîne fermée symétrique pour les concentrations. Dans les limites de précision de ces recherches, la différence de potentiel au contact

(1) M. Chanoz, *Sur la variation de la différence de potentiel au contact des dissolutions miscibles d'électrolytes* (*Comptes rendus,* 10 avril 1905).

des sels considérés est donc constante, indépendante des conditions de formation du contact direct [1].

Cela est exact quand les sels ne donnent pas naissance à un précipité. Si un précipité se produit au contact des deux sels différents, on constate de deux choses l'une : ou bien le précipité formé est amorphe sans consistance et l'on observe un phénomène électrique de quelques millivolts seulement; ou bien le précipité, adhérent à l'ajutage d'écoulement en (1), constitue une sorte de membrane continue séparant les deux liquides réagissant. Dans ce dernier cas apparaît un courant électrique appréciable.

2° Un acide opposé dans nos chaînes à une concentration différente de ce même acide ne donne pas de phénomène électrique.

Le phénomène électrique apparaît si l'acide considéré est opposé à un autre acide, à une base, à un sel. Pour une concentration donnée de l'acide, le phénomène diminue en général quand la concentration moindre de l'autre électrolyte augmente. Dans nos essais le phénomène n'a jamais dépassé 10 millivolts.

Le côté acide *mobile* se montre positif quand l'écoulement se produit dans un autre acide moins concentré. Il est, au contraire, négatif quand l'écoulement se fait dans une base ou dans un sel.

3° Une dissolution de NaOH opposée à un sel se montre positive du côté mobile en (1).

La différence de potentiel est faible, quelques millivolts, si l'on n'observe pas de précipité ou si le précipité est sans adhérence. Le phénomène électrique est intense quand le précipité apparu forme une membrane continue séparant les deux liquides : on obtient plus de 100 millivolts avec $SO^4Zn + NaOH$.

4° Un mélange : sel et acide, est opposé à des dilutions de ce même mélange. Une force électromotrice apparaît dans nos chaînes fermées ; elle augmente avec le degré de dilution du mélange; elle est maximum quand la dilution est infinie : avec H^2O pure.

II. *Contact : électrolyte-eau.* — 1° Les électrolytes purs : acides, bases, sels, non hydrolysés, ne donnent pas de phénomène électrique quand on les oppose à H^2O dans une chaîne symétrique pour les concentrations. La différence de potentiel au contact de H^2O et de ses électrolytes est donc une quantité constante, dans les limites de précision de nos recherches.

2° Si l'on fait des mélanges : acide et acide, sel et acide, sel et base,

---

(1) Nous avons montré que l'interposition d'une membrane entre MR et M'R' en (1) provoque dans ce cas l'apparition d'une différence de potentiel (*Comptes rendus* des 17 et 24 juillet 1905).

sel et sel en proportions convenables, on constate que chacun de ces mélanges, opposé à H^2O, donne en général un phénomène électrique.

La polarité du côté mobile, l'intensité de la force motrice créée dépendent des éléments du mélange et des quantités relatives mélangées.

A. *a*. Le côté mobile est positif s'il s'agit d'un mélange d'acides.

b. Le côté mobile est négatif s'il s'agit d'un mélange d'acide et d'un sel de cet acide.

c. On a le signe positif, pour un mélange de base et d'un sel de cette base.

d. Pour un mélange de : sel et sel ayant un ion commun, le côté mobile est positif si le cathion est commun; il est négatif si le cathion diffère.

B. Deux électrolytes ayant un ion commun sont mélangés en proportions diverses. Tous les mélanges renferment la même quantité du premier électrolyte et des quantités croissantes du second. Chaque mélange opposé à H^2O donne un phénomène électrique dans nos chaînes symétriques. Pour des quantités croissantes du deuxième électrolyte ajouté, on observe un phénomène électrique qui croît, passe par un maximum et décroît, mais sans changement de signe.

3° On a des dissolutions équinormales de sels ne différant que par le cathion. A chacune d'elles on ajoute une même quantité convenable d'acide ayant l'anion commun.

Tous ces mélanges dans nos chaînes donnent évidemment une force électromotrice de même sens. Elle est d'autant plus importante que le cathion du sel existant dans le mélange considéré a une vitesse de migration plus faible.

En résumé : dans nos chaînes liquides symétriques pour les concentrations, un phénomène électrique lié à la présence d'une surface fraîche de contact apparaît :

1° Quand on oppose à H^2O des électrolytes impurs ou des sels subissant l'hydrolyse;

2° Quand on oppose des concentrations différentes d'un mélange ou d'un sel hydrolysé;

3° Quand on oppose entre eux : des acides différents, les acides et les bases, les sels aux bases ou aux acides, les sels aux sels donnant des précipités membraneux.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la liquéfaction de l'air par détente avec travail extérieur.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une précédente Note (¹) j'annonçais à l'Académie le succès de mes travaux sur l'application pratique de la détente de l'air avec travail extérieur, travaux permettant, tout en améliorant le rendement, de substituer aux pressions énormes employées jusque-là, pour la liquéfaction de l'air, des pressions très modérées, 25^{atm} à 40^{atm} par exemple. J'indiquais comme cause de ce succès, en même temps que l'emploi de l'éther de pétrole pour la lubrification, l'usage de certains artifices. Au moment où mes procédés entrent dans la pratique industrielle, il me paraît utile de définir ces artifices plus exactement et de préciser les conditions de fonctionnement de mes appareils.

Si l'on fait fonctionner avec de l'air à 30^{atm} ou 40^{atm} un ensemble basé sur la détente avec travail extérieur et constitué par une machine de détente combinée avec un échangeur de températures, on peut, ainsi que je l'ai dit, lorsque la température de liquéfaction est atteinte, supprimer indéfiniment tout graissage extérieur, l'air liquide qui se forme dans la machine se chargeant lui-même d'assurer la lubrification. C'est ce que j'ai appelé *l'autolubrification*. Mais le rendement en air liquide dans ces conditions reste fort mauvais, inférieur à celui des appareils basés sur la détente sans travail extérieur.

Ce mauvais résultat est attribuable à trois causes distinctes :

1° Si l'air liquide est bien un lubrifiant, ce n'est pas, comme je l'avais cru tout d'abord, un très bon lubrifiant. D'où, à son apparition dans la machine, une aggravation notable des frottements et un dégagement de chaleur qui se traduit par la destruction correspondante d'une partie de l'air liquide formé.

2° La température initiale de la détente est trop basse : la détente étant poussée jusqu'à la pression atmosphérique pour en épuiser tout l'effet et une partie de l'air détendu se liquéfiant spontanément à la fin de cette détente, la température finale est forcément de —190° environ, température d'ébullition de l'air liquide sous la pression atmosphérique. La partie non liquéfiée de l'air, qui en forme plus des neuf dixièmes, quitte donc la machine à cette température très basse pour entrer dans l'échangeur, où elle refroidit extrêmement l'air comprimé. Celui-ci, en dépit de sa chaleur spécifique très grande aux basses températures, arrive à la machine de détente à —130° ou —140°.

Dans ces conditions, la détente avec travail extérieur, basée sur le travail de dilata-

(¹) *Comptes rendus,* 30 juin 1902.

tion de l'air, fournit des résultats médiocres, par suite de l'extrême contraction de l'air à ces températures très basses.

3° La situation est même encore bien pire qu'on pourrait le penser, car, à ces températures et à ces pressions, l'air ne suit plus du tout les lois de Mariotte et de Gay-Lussac et se contracte bien plus qu'elles ne le voudraient, comme d'ailleurs tout fluide sous pression au voisinage de son point de liquéfaction. Il en résulte qu'à chaque admission nous devons introduire dans la machine de détente bien plus d'air comprimé que ne l'indiquent les formules.

Par exemple, il résulte des travaux remarquables de Witkowski (1) qu'à la pression de 40^{atm} et à la température d'admission de — 135°, il nous faut introduire dans la machine 90 pour 100 d'air comprimé en trop, ce qui est désastreux.

Pour éviter ce triple inconvénient, j'ai eu recours au procédé très simple suivant, appliqué couramment dans mes appareils.

Au lieu d'envoyer directement dans l'échangeur l'air à — 190° sortant de la machine, j'intercale sur sa route ce que j'appelle un *liquéfacteur*, c'est-à-dire un système tubulaire alimenté d'air froid sous pression par une dérivation du circuit d'alimentation de la machine. Sous l'action simultanée de sa propre pression et du froid extrême de l'air détendu qui circule autour de lui, cet air se liquéfie; mais, en raison de la pression, sa température de liquéfaction est bien supérieure à — 190° et peut atteindre — 140°, température critique de l'air, si la pression est de 40^{atm} à 50^{atm} (et c'est ce qui justifie en pratique l'emploi de ces pressions un peu élevées). L'air détendu extérieur, qui doit céder à l'air sous pression, pour le liquéfier, une partie du froid qu'il détient, se réchauffe donc jusque vers — 140°. Il pénètre ainsi dans l'échangeur vers — 140° et non plus à — 190°, et, de ce fait, l'air comprimé arrive à la machine beaucoup moins refroidi.

Le relèvement de la température initiale de la détente réalisé de cette façon peut atteindre une trentaine de degrés. Ce serait déjà beaucoup, à ces températures très basses, si l'air était un gaz parfait. Mais nous savons combien nous en sommes loin dans les conditions où nous opérons, et l'effet obtenu est encore bien plus considérable que ne le font prévoir les formules relatives aux gaz parfaits, parce qu'au gain qu'elles indiquent, il y a lieu d'ajouter tout l'effet résultant de la diminution de la contraction anormale de l'air au voisinage de la liquéfaction.

Et il résulte des travaux de Witkowski, ci-dessus rappelés, que, en relevant de — 135° à — 100° la température initiale de la détente, nous

(1) *Académie des Sciences de Cracovie*, mai 1891.

réduisons de 90 à 20 pour 100 le supplément de dépense d'air comprimé dû à ce fait.

Enfin, il convient de remarquer que, dans ces conditions, le mécanisme de la liquéfaction est changé. Au lieu que chaque détente, partant d'une température initiale très basse, s'achève par une abondante liquéfaction dans l'intérieur même de la machine, c'est tout au plus si elle se termine maintenant par l'apparition d'une légère buée. Tout l'acte de la liquéfaction est relégué dans le liquéfacteur. Il nous faut donc ici ne plus compter sur l'autolubrification et graisser d'une manière permanente à l'éther de pétrole, mais ceci même est un nouvel avantage, puisque, je l'ai dit, l'air liquide est un médiocre lubrifiant.

En résumé, grâce à ce perfectionnement si simple de la liquéfaction sous pression, nous réalisons du coup ce triple avantage d'éloigner la détente avec travail extérieur du zéro absolu qui paralyse ses facultés, de réduire presque à rien la contraction anormale de l'air sous pression au voisinage de son point de liquéfaction, enfin, d'assurer une meilleure lubrification à l'intérieur de la machine. La superposition de ces trois avantages fait plus que doubler le rendement de la liquéfaction par simple détente, compté en air liquide ramené à la pression atmosphérique, et c'est dans ces conditions, sauf l'emploi d'une pression un peu moins élevée, qu'ont été obtenus les résultats annoncés dans ma précédente Note.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la conductibilité moléculaire des éthers phosphoriques.* Note de M. **P. Carré**, présentée par M. H. Moissan.

Je me suis proposé de déterminer la conductibilité moléculaire de quelques éthers phosphoriques acides, afin de voir dans quel sens est modifiée la conductibilité de l'acide phosphorique, par la substitution partielle de radicaux organiques à l'hydrogène.

Les monoéthers phosphoriques, $O=P\begin{cases}OR\\OH\\OH\end{cases}$, seuls, sont suffisamment stables en solution aqueuse, pour permettre des mesures exactes. Les déterminations ont été faites à la température de 25° (1), par la méthode de Kohlrausch, sur les monoéthers

(1) On a adopté pour unité de conductibilité l'inverse de l'ohm.

des alcools éthylique et isobutylique, du glycol, de la glycérine, de l'érythrane et du mannide. Ces éthers ont été préparés, ainsi que je l'ai indiqué [1], par la décomposition de leurs sels de plomb, au moyen de l'hydrogène sulfuré; ils ont été mis en solution dans de l'eau distillée, dont la conductibilité a été trouvée de $0,6 \times 10^{-5}$. J'ai vérifié que les éthers précédents n'étaient pas sensiblement décomposés pendant la durée de l'expérience. Voici les résultats obtenus :

Conductibilité moléculaire μ.

Acide phosphorique PO^4H^3.	Acide éthylphosphorique $O = P\langle^{OC^2H^5}_{OH}—OH$	Acide isobutylphosphorique $O = P\langle^{OC^4H^9}_{OH}—OH$	Acide glycophosphorique $O = P\langle^{O — CH^2 — CH^2OH}_{OH}—OH$	Acide glycérophosphorique $O = P\langle^{OCH^2—CHOH—CH^2OH}_{OH}—OH$	Acide érythranphosphorique $O = P\langle^{O — CH —— CH^2 \diagdown O}_{OH}—OH\ \ CHOH — CH^2 \diagup$	Acide mannidphosphorique $O = P\langle^{OC^6H^9O^3}_{OH}—OH$	Dilution. — 1 molécule-gramme dans :
96	156	152	193	190	212	208	8[1]
124	192	189	228	226	252	242	16
156	241	237	265	263	283	274	32
195	279	275	297	294	311	302	64
240	312	308	326	322	338	329	128
279	341	337	342	339	356	347	256
317	369	366	358	354	370	364	512

L'examen de ce Tableau nous montre que, pour une même dilution, la conductibilité moléculaire des monoéthers phosphoriques est très notablement supérieure à celle de l'acide phosphorique. Cette conductibilité dépend du nombre d'atomes de carbone du radical R et aussi de la fonction de ce radical. Pour une même fonction elle est d'autant plus faible que R est plus grand; c'est ainsi que l'acide éthylphosphorique est plus conducteur que l'acide isobutylphosphorique; des différences analogues se retrouvent entre les acides glyco- et glycérophosphoriques, et entre les acides érythran- et mannidphosphorique.

La conductibilité moléculaire des monoéthers phosphoriques étant supérieure à celle de l'acide phosphorique, on peut se demander si les diéthers phosphoriques ne présentent pas une conductibilité plus grande encore. Malheureusement ces diéthers ne sont pas suffisamment stables en solution aqueuse pour que la mesure soit possible. Cependant, lorsqu'on détermine la conductibilité d'un monoéther phosphorique d'alcool polyatomique, par-

---

[1] P. CARRÉ, *Thèse de Doctorat*, 1905.

tiellement transformé en diéther, on trouve une valeur supérieure à celle observée pour ce monoéther; c'est ainsi que l'acide érythranphosphorique

$$O = P \begin{cases} -O-CH \text{———} CH^2 \\ -OH \; \overset{|}{C}H\, OH \text{——} CH^2 \\ -OH \end{cases} \!\! > O$$

dont 35 pour 100 étaient à l'état de diéther

$$O = P \begin{cases} -O - CH - CH^2 \\ -O - \overset{|}{C}H - CH^2 \\ -OH \end{cases} \!\! > O$$

m'a donné

$$\mu = 232$$

pour une dilution de 1 molécule-gramme dans 8^l; la valeur observée pour l'acide érythranphosphorique pur était $\mu = 212$. Il est donc fort probable que la conductibilité moléculaire des diéthers phosphoriques est supérieure à celle des monoéthers.

Il résulte de ce qui précède que l'ionisation des éthers phosphoriques acides est notablement plus grande que celle de l'acide phosphorique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode générale de synthèse d'éthers glycidiques αβ substitués et de cétones.* Note de M. **Georges Darzens**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente j'ai indiqué une méthode très générale de synthèse d'éthers glycidiques β disubstitués par condensation des cétones avec l'éther chloracétique. Je viens de généraliser cette méthode en substituant à l'éther chloracétique l'éther α-chloropropionique

$$CH^3 - CHCl - CO^2C^2H^5.$$

On obtient, dans ces conditions, des éthers glycidiques αβ trisubstitués, dont le groupe n'était pas encore connu,

$$\text{(I)} \qquad {R \atop R'}\!\!>CO + \overset{CH^3}{\overset{|}{C}H}Cl - CO^2C^2H^5 = {R \atop R'}\!\!>C - \overset{CH^3}{\overset{|}{C}} - CO^2C^2H^5 + HCl.$$
$$\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad\qquad \diagdown O \diagup$$

La saponification de ces éthers glycidiques trisubstitués conduit à des acides peu stables qui se décomposent facilement en cétones et acide carbonique :

$$\text{(II)}\qquad {}^{R}_{R'}\!\!>\!C - \underset{\diagdown O \diagup}{} \overset{CH^3}{C} - CO^2H = {}^{R}_{R'}\!\!>\!CH - CO - CH^3 + CO^2$$

et constitue ainsi une nouvelle méthode générale de synthèse de cétones. Le mécanisme de cette transformation peut s'interpréter en admettant la formation transitoire d'un oxyde du type

$$ {}^{R}_{R'}\!\!>\!C - C\!<\!{}^{CH^3}_{H} \quad (\text{pont } O \text{ entre les deux } C)$$

qui se transpose ensuite en cétone. Ce résultat est d'ailleurs conforme aux observations de MM. Fourneau et Tiffeneau, qui ont décrit ces isomérisations pour les oxydes d'éthylène disubstitués symétriques ([1]). Je n'ai également jamais observé de migrations moléculaires des groupes R, R', CH^3.

La préparation des éthers glycidiques trisubstitués exprimée par la formule (I) s'effectue le mieux en employant l'éthylate de sodium comme agent de condensation, et dans des conditions entièrement semblables à celles des éthers β disubstitués. Leur transformation en cétones [formule (II)] est également des plus faciles, quelques-uns des sels de soude de ces acides glycidiques se scindent même à l'ébullition de leur solution en cétone et bicarbonate de soude. Il est à remarquer que cette condensation glycidique et la transformation en cétone donnent, en général, de très bons rendements, supérieurs à la condensation correspondante avec l'éther chloracétique.

Cette méthode m'a permis de préparer les acides glycidiques suivants :

Cétone génératrice.	Éther glycidique.	Point d'ébullition.
Acétone.	Triméthylglycidate d'éthyle................	80°-82° H = 20mm
Méthyléthylcétone.	Méthyl-ββ-méthyléthylglycidate d'éthyle.......	90-93 H = 22
Méthyl-*n*-propylcétone.	Méthyl-ββ-méthylpropylglycidate d'éthyle.....	100-102 H = 16
Méthyl-*n*-hexylcétone.	Méthyl-ββ-méthylhexylglycidate d'éthyle......	152 H = 28
Méthyl-*n*-heptylcétone.	Méthyl-ββ-méthylheptylglycidate d'éthyle.....	148-150 H = 16
Méthyl-*n*-nonylcétone.	Méthyl-ββ-méthylnonylglycidate d'éthyle......	174-175 H = 15
Acétophénone.	Méthyl-ββ-méthylphénylglycidate d'éthyle.....	151-154 H = 22
p-Méthylacétophénone.	Méthyl-ββ-méthylcrésylglycidate d'éthyle......	160-162 H = 19

Les éthers glycidiques se présentent sous l'aspect de liquides incolores ayant une

---

([1]) Fourneau et Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 662.

odeur faible et offrant toutes les propriétés chimiques que leur formule de constitution permet de prévoir. C'est ainsi qu'ils fixent l'anhydride acétique pour donner les éthers diacétiques des acides glycériques correspondants. Ils fixent également les hydracides et l'ammoniaque.

A l'aide de ces éthers j'ai pu préparer les nouvelles cétones suivantes :

	Point d'ébullition.	Semicarbazone fond à
Méthyl-*n*-hexylacétone........	100°-103° H = 26^mm	86°-87°
Méthyl-*n*-heptylacétone........	101-103 H = 15	168-169
Méthyl-*n*-nonylacétone........	132-135 H = 15	78-79
Méthylphénylacétone..........	102-104 H = 20	172-173
Méthylcrésylacétone......	116-118 H = 22	184-185

Je me propose de continuer ces recherches en m'adressant à des cétones plus compliquées et d'autres homologues de l'éther chloracétique.

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution des corps cristallisés.* Note de M. **Fréd. Wallerant**, présentée par M. de Lapparent.

Les cristaux d'azotate d'ammonium sont malléables, c'est-à-dire qu'ils peuvent être courbés, tordus sans se briser; mais, en général, ils perdent leur homogénéité et deviennent des agrégats de cristaux. Si, cependant, on comprime une lame de ce sel, donnant le vert de second ordre en lumière polarisée, la lame s'amincit et présente successivement le bleu, le violet, le rouge, etc., sans perdre son homogénéité, sans que l'orientation optique soit modifiée. Ce sel se comporte donc comme les cristaux mous et les liquides cristallisés, dont l'existence ne peut plus être mise en doute depuis les travaux de MM. Lehmann et Schenk. M. Lehmann a montré que l'on peut, en le fondant, transformer un cristal solide de *p*-azoxyanizol en un cristal liquide, orienté de même, et n'en différant que par une biréfringence plus faible. Deux conclusions importantes sont à tirer de ces faits. D'abord l'élément constituant le cristal, la particule complexe, reste intact pendant la déformation; en second lieu, si les particules des cristaux mous ou liquides ont une répartition réticulaire à un moment donné, il est évident que cette répartition ne subsiste pas pendant la déformation, et, par suite, nous sommes obligés d'admettre que la répartition réticulaire n'est pas un caractère essentiel des corps cristallisés. Il est, d'ailleurs, facile d'harmoniser ce résultat avec la conception habituelle du corps cristallisé; celui-ci est caractérisé par ce fait qu'il est homogène, c'est-à-dire qu'il présente les

mêmes propriétés en tous ses points, suivant toutes les droites parallèles, et anisotrope sans intervention d'action extérieure, c'est-à-dire qu'il ne présente pas les mêmes propriétés suivant les droites non parallèles. Les premiers minéralogistes considéraient l'existence des faces planes comme caractéristique, mais il est évident qu'une définition qui ne permet pas de distinguer un grain de quartz à surface arrondie, tel que ceux qui existent dans le granite, d'un grain de quartz fondu, ne saurait être conservée. On a dit, d'autre part, que le verre trempé, la cellulose, étaient anisotropes, mais on a oublié que cette anisotropie était le résultat d'actions extérieures. La définition, précédemment donnée, est donc seule admissible, et elle conduit à cette conclusion que le corps cristallisé est constitué de groupes de molécules identiques, les particules complexes, parallèlement orientées et réparties suivant les mailles d'un réseau. Cette structure a le grand avantage d'expliquer l'existence des faces planes, les lois auxquelles elles sont astreintes et l'ordre des axes de symétrie. Mais, comme je l'ai fait remarquer il y a six ans, cette structure ne satisfait pas aux conditions d'homogénéité, puisque, suivant deux droites voisines parallèles, la matière n'est pas, en général, également répartie. Si, pratiquement, le corps cristallisé se présente comme homogène, c'est que l'on ne mesure pas les propriétés suivant une droite, mais la moyenne des propriétés suivant les droites comprises dans un filet cylindrique. Mais alors la répartition réticulaire ne se présente plus comme nécessaire pour expliquer l'homogénéité, telle que nous la constatons expérimentalement : il suffit que les particules orientées parallèlement soient suffisamment rapprochées pour que les filets cylindriques parallèles présentent la même moyenne de propriétés. Bien entendu, dans un tel corps, on ne peut s'attendre à la formation de faces planes, puisqu'il n'y a pas discontinuité entre deux plans voisins.

On est donc amené à considérer le phénomène de la cristallisation de la façon suivante : les particules exercent les unes sur les autres deux sortes d'actions, les unes d'orientation, les autres d'attraction. Lorsque ces dernières sont énergiques, la position des particules est déterminée; elles se répartissent suivant un réseau et le corps cristallisé est solide. Si elles sont faibles, la position n'est plus déterminée; elles s'orientent parallèlement entre elles et le corps est liquide. Dans les cas intermédiaires, si les conditions de cristallisation sont favorables, les particules peuvent se répartir suivant les mailles d'un réseau, et les cristaux, demeurant malléables, sont limités par des faces planes, mais si ces conditions sont moins favorables, les particules ne se répartissent qu'imparfaitement suivant les mailles et les

cristaux ne présentent plus de faces planes : c'est le cas de l'azotate d'ammonium, qui, comme on le sait, ne possède des formes cristallines que tout à fait exceptionnellement.

La considération des cristaux mous ou liquides nous amène donc à élargir la notion de l'état cristallisé. Ces cristaux nous montrent en outre que les propriétés qui varient d'une façon continue, telles que les propriétés optiques, sont sous la dépendance de la particule et que seules les propriétés comportant une discontinuité, comme l'existence des faces planes, des plans de clivages, sont en rapport avec le réseau.

BOTANIQUE. — *Observations relatives à la morphologie des bulbilles.* Note de M. **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Lorsqu'on étudie la morphologie des bulbilles, même en suivant leur développement, on se trouve en présence d'une condensation des tissus qui peut laisser quelque obscurité sur l'interprétation précise de ces organes; aussi est-il intéressant de rechercher les cas où la tubérisation des rameaux aériens est pour ainsi dire accidentelle, car il devient généralement possible d'étudier les divers stades du phénomène et par conséquent de comprendre la synthèse des tubercules aériens.

J'ai été amené à faire des observations de ce genre sur des plants de *Coleus Dazo* cultivés dans les serres du Jardin colonial. Cette espèce, récemment décrite par M. Aug. Chevalier [1], produit au Congo, normalement, des rhizomes charnus, cylindriques, riches en matière de réserve et en outre, parfois, à l'aisselle des feuilles, des bulbilles ovoïdes atteignant $1^{cm},5$ de long sur 8^{mm} de diamètre. En serre, je n'ai observé de tubérisations aériennes qu'exceptionnellement sur des plants provenant de bouture et mesurant à l'état adulte à peine 15^{cm} de haut, alors que la plante acquiert dans son pays d'origine environ le triple de cette dimension. Ces plants avaient été placés dans des conditions défavorables de végétation : les pots trop petits et la terre maintenue trop humide avaient empêché la formation d'aucun organe de réserve souterrain; dans ces conditions les substances élaborées par les feuilles, ne pouvant s'accumuler à la base de la tige, s'étaient localisées aux différents nœuds et presque tous les bourgeons axillaires s'étaient tubérisés à divers degrés.

[1] Chevalier et Perrot, *Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale française*, vol. I, fasc. I, p. 126.

L'un des plants, par exemple, avait développé dix nœuds au moment où il commençait à se dessécher; il présentait des phénomènes de tubérisation à partir du troisième nœud et jusqu'au septième. Au premier nœud, un seul des rameaux axillaires (les feuilles sont opposées) s'était tubérisé; ce rameau, mesurant 12mm de long, était fortement renflé sur la moitié de sa longueur, à partir de la base, tout en restant cylindrique; il portait à sa partie inférieure quatre proéminences tubérisées, dont l'une, saillante de 6mm, affectait extérieurement la forme d'une fleur et il se terminait par une région très légèrement charnue, à l'extrémité de laquelle étaient groupés quelques bourgeons floraux peu développés; il constituait, en somme, un axe d'inflorescence. Au quatrième nœud, un bourgeon axillaire était resté très court en se tubérifiant et l'autre atteignait 10mm, renflé en forme de massue sur son tiers inférieur qui portait quelques bourgeons rudimentaires et terminé par une partie non tuberculisée, munie de jeunes fleurs, mesurant 1mm à 2mm et encore très éloignées de leur épanouissement. Le cinquième nœud portait un seul bourgeon développé, ayant donné un organe long de 3mm et constitué par une petite masse ovoïde surmontée de deux fleurs. Au sixième nœud un des bourgeons axillaires était resté rudimentaire, l'autre était disposé à peu près comme celui du quatrième nœud, mais sa région basale tubérisée montrait extérieurement par rapport à la tige un bourgeon renflé, mais non différencié, se détachant à l'aisselle même de la feuille mère; de sorte que cette feuille possédait en apparence deux bourgeons axillaires, dont l'un, extérieur, était devenu charnu sans évoluer, l'autre, intérieur, avait fourni une inflorescence tuberculisée à la base; cette disposition rappelle les bourgeons axillaires prétendus multiples de certaines Dioscorées. Enfin le septième nœud portait deux bourgeons axillaires très courts formant de petits tubercules ovoïdes, surmontés de jeunes bourgeons floraux.

Au point de vue anatomique, je signalerai seulement l'abondance des réserves amylacées dans la région médullaire des rameaux tubérisés; les cellules sont bourrées de grains d'amidon qui deviennent polyédriques, par suite de compression réciproque; on trouve également de l'amidon dans le tissu cortical, mais les grains sont beaucoup plus petits et peu abondants. M. Chevalier avait simplement observé le bleuissement par l'iode du contenu cellulaire, mais n'avait pu déceler dans ses échantillons d'éléments figurés.

Il résulte des faits précédents que : 1° le *Coleus Dazo* présente une tendance manifeste à accumuler ses réserves dans ses organes aériens, lorsque les conditions de végétation ne sont pas favorables à la formation des tiges souterraines; 2° ces réserves, de nature amylacée, se déposent dans les bourgeons axillaires destinés primitivement à former des inflorescences; l'axe d'inflorescence se tubérise en conservant d'abord une forme cylindrique, puis, le phénomène s'accentuant, il se renfle en massue à la base et tend de plus en plus vers la forme ordinaire des bulbilles; 3° les bourgeons floraux inférieurs prennent part également à la tubérisation et, par suite d'une abréviation considérable des entre-nœuds, peuvent donner l'illusion de bourgeons axillaires multiples; 4° les bourgeons floraux supé-

rieurs ont une évolution de plus en plus limitée à mesure que la tubérisation s'accentue; la région florale terminale tend par conséquent à disparaître, à mesure que les bulbilles se différencient davantage; la reproduction par graines est donc compensée par la multiplication facile que permettent ces organes de réserve.

Ces phénomènes, quoique décrits sur un exemple particulier, présentent une portée plus considérable, si l'on songe qu'ils doivent retracer, à quelques détails près, l'histoire de la formation des bulbilles chez les plantes où ces organes sont devenus normaux et qu'ils expliquent la suppression fréquente des fleurs chez les plantes qui ont des bulbilles.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Consommation de produits odorants pendant l'accomplissement des fonctions de la fleur*. Note de MM. **Eug. Charabot** et **Alex. Hébert**, présentée par M. A. Haller.

Dans un travail antérieur (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 380) nous avons examiné, au point de vue de l'accumulation de l'huile essentielle dans les organes verts de la plante, l'influence de la formation des inflorescences. Actuellement nous nous proposons de faire connaître non plus l'influence de la formation des inflorescences, mais bien les résultats de l'accomplissement des fonctions de la fleur en ce qui concerne les produits odorants.

Une plantation de basilic (*Ocymum basilicum*) a été divisée en deux lots dont l'un renfermait les plantes témoins et l'autre des plantes qui, dès le début de la floraison, c'est-à-dire à partir du 4 juillet, furent journellement débarassées de leurs inflorescences naissantes. Nous avons eu le soin de peser tous les jours les inflorescences enlevées et de les épuiser au moyen de l'éther de pétrole de façon à pouvoir déterminer la quantité totale d'essence produite par les végétaux soumis à l'étude, ainsi que sa composition.

Une première coupe a été faite le 4 juillet, alors que les premières inflorescences allaient apparaître, de façon à fixer l'état de développement de la plante, sa richesse en essence et la composition chimique de celle-ci au début des expériences.

Le 15 septembre, après la fructification, nous avons fait une coupe de plantes témoins et distillé les parties vertes; les inflorescences ont été épuisées au moyen de l'éther de pétrole et le résidu de l'évaporation du dissolvant soumis à la distillation avec la vapeur d'eau. Les plantes systématiquement débarrassées des inflorescences naissantes ont été distillées le même jour, tandis que le produit total de l'épuisement des inflorescences enlevées était lui aussi soumis à la distillation avec la vapeur, en ayant soin, dans toutes ces opérations, d'épuiser les eaux recueillies.

Comme M. Berthelot (*Chimie végétale et agricole*, t. II, p. 44), nous

avons constaté que la suppression des inflorescences a pour effet un accroissement considérable de la tige. De plus, par suite de cette opération, *le poids d'essence produit par chaque pied s'est trouvé presque doublé. Les vieilles inflorescences qui ont accompli leurs fonctions essentielles ont conservé moins de produit odorant que n'en ont emporté les inflorescences écartées au fur et à mesure de leur apparition. Le poids absolu d'essence qui demeure dans les parties vertes de chaque pied se trouve accru.* Toutefois, cet accroissement n'est pas en proportion du développement des organes verts. Cela provient de ce que, tandis que chez les plantes témoins, une fois achevée la fructification, une certaine quantité d'essence retourne dans l'appareil chlorophyllien (CHARABOT et LALOUE, *Comptes rendus,* t. CXXXIX, p. 928 et t. CXL, p. 667), ce retour n'a pu se produire chez les plantes systématiquement privées de leurs inflorescences.

Nous avons constaté d'autre part que, *pour un même poids de matière végétale formée, la plante dont on a enlevé les inflorescences naissantes a produit sensiblement plus d'essence.*

Est-ce uniquement par suite du développement plus considérable de la plante privée d'inflorescences que le poids des produits odorants se trouve augmenté? La dernière observation formulée permet de conclure que cet accroissement tient aussi à une autre cause, puisque, pour un même poids de matière végétale formée, on voit subsister, chez la plante systématiquement privée de ses inflorescences, une quantité plus grande d'essence. Et cette cause réside dans le fait que, dans les inflorescences restées sur pied, il y a eu, lors de la fécondation et de la fructification, consommation d'une certaine quantité d'essence ou tout au moins de matériaux qui concourent à sa formation. Ainsi se trouve confirmée une conclusion que d'autres résultats avaient appelée.

Ces observations sur les conséquences de l'accomplissement des fonctions de la fleur présentent un intérêt positif qui ressort des chiffres suivants. La suppression des inflorescences a eu comme conséquences : 1° *une augmentation du poids de la plante* atteignant 39 pour 100 du poids normal; 2° *un accroissement du poids de l'essence* qui s'élève à 82 pour 100 de la production normale. C'est le travail de la fécondation qui, chez la plante témoin, entraîne la consommation de la matière correspondant à cet accroissement.

Nous trouvons là une explication du fait suivant signalé antérieurement par l'un de nous : la menthe poivrée, sous l'influence d'une piqûre d'insecte, est susceptible de subir une modification profonde; elle ne fleurit plus,

ses organes verts deviennent plus importants et la quantité d'essence produite augmente notablement.

Ajoutons que les résultats de l'analyse des diverses huiles essentielles extraites de la plante témoin et de la plante soumise à l'expérience, concordent avec les observations relatées plus haut.

En résumé, il ressort de cette étude que *le travail de la fécondation et de la fructification entraîne une consommation de produits odorants.*

ZOOLOGIE. — *Comparaison des cycles évolutifs des Orthonectides et des Dicyémides.* Note de MM. F. MESNIL et M. CAULLERY, présentée par M. Alfred Giard.

L'étude, *in vivo*, de la larve ciliée de *Rhopalura Pelseneeri* [1] et, en particulier, son aptitude très nette à la vie libre, ont éveillé en notre esprit un parallélisme frappant avec l'infusoriforme des Dicyémides, sur la nature duquel on est, somme toute, loin d'être fixé; nous nous sommes demandé si ce dernier organisme ne jouerait pas, dans le cycle évolutif des Dicyémides, un rôle exactement homologue à celui de la larve ciliée des Orthonectides. Nous allons montrer, d'une façon plus générale, comment nos connaissances actuelles sur le cycle évolutif des Orthonectides nous paraissent de nature à éclairer celui des Dicyémides.

Nos recherches [2] nous ont amenés à concevoir le cycle évolutif des Orthonectides de la façon suivante :

1° Une phase de multiplication asexuée dans l'hôte, à l'état de plasmodes, où des individus sexués naissent aux dépens de cellules-germes; 2° une phase de propagation, d'un hôte à l'autre, assurée par les individus sexués qui sont ciliés et dont les ovules se développent, sans doute après fécondation, à l'intérieur du corps de la mère, en larves ciliées, connues jusqu'ici seulement chez *Rhopalura ophiocomæ* Giard [3] et *Rh. Pelseneeri* C. et M., mais certainement générales; ces larves sont évidemment les

---

(1) F. MESNIL et M. CAULLERY, *Sur le développement des ovules et les larves ciliées d'un Orthonectide hermaphrodite* (*Rh. Pelseneeri* C. et M.) (*C. R. Soc. Biol.*, t. LIX, 11 novembre 1905).

(2) *Archives d'Anatomie microscopique*, t. IV, 1901.

(3) CAULLERY et MESNIL, *loc. cit.*, 1901; CAULLERY et LAVALLÉE, *C. R. Soc. Biol.*, 29 juillet 1905.

agents d'infection d'hôtes nouveaux, où elles donnent naissance aux plasmodes. La pullulation chez l'hôte se fait par voie asexuée; l'infection d'un hôte nouveau, à la suite d'un processus sexué.

Examinons maintenant ce que l'on sait de l'évolution des Dicyémides. Des recherches récentes, notamment celles de Wheeler (¹) et de Hartmann (²), il résulte que l'infection des Céphalopodes (qui doit se produire très peu de temps après l'éclosion) par les Dicyémides comprend une première phase, où les parasites se multiplient dans les reins, uniquement à l'état d'individus allongés dits *vermiformes* (appelés fort justement par Hartmann *agamontes*, car ce ne sont pas des femelles, mais des asexués). Jusqu'à une certaine taille du Céphalopode, ils produisent, dans leur cellule axiale, uniquement des individus semblables à eux. A partir d'un certain moment apparaissent, dans la cellule axiale, des appareils nouveaux, dits *infusorigènes*, dont les cellules s'isolent et donnent naissance chacune à un individu du second type, un *infusoriforme*. Chez les Céphalopodes arrivés à un certain âge, on ne trouve plus guère, dans les agamontes, que des infusoriformes.

Ed. van Beneden, dans ses recherches fondamentales sur les Dicyémides (³), avait d'abord considéré les infusoriformes comme les agents probables de propagation d'un hôte à l'autre; en faveur de cette opinion, milite le fait que seul l'infusoriforme supporte l'eau de mer, alors que les individus vermiformes s'y désagrègent rapidement. Plus tard, sous l'influence de la découverte du dimorphisme sexuel et des mâles des Orthonectides, van Beneden s'est demandé si l'infusoriforme ne serait pas le mâle des Dicyémides. Cette seconde opinion prévaut actuellement, mais il faut remarquer qu'aucune description satisfaisante n'a pu être donnée d'un testicule, d'une spermatogenèse ni de spermatozoïdes. Nous-mêmes, sur les matériaux, d'ailleurs restreints, dont nous disposons actuellement, malgré des colorations très réussies, n'avons pu rien déceler de ce genre.

D'autre part, Wheeler, puis Hartmann ont annoncé que les cellules des infusorigènes qui donnent naissance aux infusoriformes sont de véritables ovules qui sont fécondés par des spermatozoïdes. Par contre, on n'a pu jusqu'ici mettre en évidence aucune trace de fécondation, à la base de la formation des individus vermiformes. On arrive ainsi (en supposant exactes les connaissances actuelles) au résultat paradoxal que les mâles résultent seuls d'une fécondation, celle-ci ne jouant aucun rôle dans la perpétuité de l'espèce. Il est aussi bien difficile d'expliquer, dans cette hypothèse, le début de la phase sexuée de l'infection, chez un Céphalopode déterminé. En l'absence de faits bien

---

(¹) *Zool. Anzeiger*, t. XXII, 1899.
(²) *Biolog. Centralbl.*, t. XXIV, 1904.
(³) *Bull. Acad. Roy. Belgique*, 1876.

établis prouvant la nature mâle des infusoriformes, et en tenant compte, à la fois, des considérations précédentes et de ce que nous savons sur la larve ciliée des Orthonectides, nous sommes tentés de revenir à l'interprétation première qu'Ed. van Beneden a donnée de l'infusoriforme et à y voir la forme de propagation des Dicyémides, d'un hôte à l'autre.

Dès lors, le cycle évolutif des Dicyémides devient parfaitement clair et tout à fait parallèle à celui que nous avons reconnu chez les Orthonectides. Les individus vermiformes (agamontes) assurent la pullulation dans l'hôte par voie asexuée. Ils correspondent aux plasmodes des Orthonectides. Les infusorigènes, qui apparaissent à un certain moment dans les agamontes, sont des individus sexués. On les considère généralement déjà comme ayant la valeur morphologique de femelles. Quelques faits, sur lesquels nous nous proposons d'instituer des recherches étendues, nous font penser que ce sont des hermaphrodites et qu'ils sont le siège de la production des spermatozoïdes vus par Wheeler et Hartmann. Ils seraient les équivalents des individus sexués des Orthonectides. Leurs œufs fécondés, comme chez les Orthonectides, se développent en les infusoriformes, qui équivaudraient ainsi aux larves ciliées des Orthonectides et, comme elles, propageraient l'infection d'un hôte à l'autre.

Le processus sexué aurait la même place dans le cycle évolutif des deux groupes; il serait le point de départ des formes de propagation d'un hôte à l'autre. Les deux cycles seraient exactement superposables; leur différence essentielle consistant en ce que, chez les Dicyémides, les agamontes sont très hautement organisés par rapport aux individus sexués (infusorigènes), alors que, chez les Orthonectides, ce sont les individus sexués qui présentent le maximum de complication.

Nous ne nous dissimulons pas que ces conclusions, que nous ont suggérées nos observations sur les Orthonectides, réclament, pour être définitives, la vérification précise de la nature non testiculaire de l'urne des Dicyémides, de l'hermaphrodisme des infusorigènes et enfin, si possible, l'observation des débuts de l'infection chez les jeunes Céphalopodes. Nous comptons prochainement tenter des recherches dans ces directions.

EMBRYOGÉNIE. — *Formation du vitellus chez le Moineau.* Note de M. **Dubuisson**, présentée par M. Alfred Giard.

Au moment de la formation du vitellus et même un peu avant celle-ci, la zone centrale du protoplasme, primitivement homogène, devient vacuolaire. La périphérie de l'ovule reste formée par un anneau de protoplasme granuleux. Le noyau est tangent à cet anneau protoplasmique et s'enfonce sur une certaine étendue de la région vacuolaire, il est donc nettement excentrique. Les plaquettes vitellines se déposent, à partir de la périphérie de la zone vacuolaire, en couches concentriques. Les plus externes sont

les plus grandes, elles sont formées par une substance granuleuse, légèrement acidophile, que j'appellerai *fondamentale;* elles ont une forme ovoïde; à l'intérieur de ces plaquettes et vers leur bord, on trouve une grosse sphère accompagnée parfois de petites sphérules; elles se colorent en noir foncé par l'hématoxyline du fer et prennent fortement les colorants plasmatiques; au fur et à mesure que l'on s'avance vers le centre de l'ovule, on constate que la quantité de substance fondamentale diminue, en même temps que la plaquette s'arrondit. Finalement on ne trouve plus que les sphères noires. Les vacuoles centrales en sont dépourvues. *Il y a donc formation centripète du vitellus.* Mais il est à remarquer que les cercles des grandes plaquettes sont interrompus au niveau du noyau; la couronne formée par les sphères noires se déprime au-dessous de lui. La couche de protoplasme périphérique renferme quelques plaquettes vitellines de petites dimensions, ce qui indique une *formation centrifuge* du vitellus; cette dernière est toutefois moins importante que la première.

Plus tard le dépôt de vitellus envahit tout le protoplasme. On trouve alors 4 types de plaquettes vitellines avec tous les intermédiaires. Signalons tout d'abord la petite plaquette ayant la forme d'une sphère renfermant une grosse sphère noire (*type* 1), la quantité de substance fondamentale s'accroît et à côté de la grosse sphère noire on en trouve de plus petites (*type* 2). Plus tard on trouve des plaquettes à moitié remplies de sphérules noires assez grandes (*type* 3), puis finalement des plaquettes renfermant une quantité innombrable de petits granules noirs (*type* 4).

Si maintenant on étudie la répartition de ces plaquettes, on voit que le type 1 se trouve à la périphérie de l'ovule où il forme une mince couche corticale qui s'épaissit au niveau du noyau autour duquel on le retrouve. Les plaquettes du type 3 se trouvent dans le voisinage des plaquettes du type 1 et dans la région centrale de l'ovule (noyau de Purkinje). Enfin les plaquettes du type 4 se trouvent dans le reste de l'ovule mélangées à quelques plaquettes du type 3.

La présence de petites plaquettes autour du noyau s'explique soit par influence retardatrice du noyau, soit par la formation de protoplasme à son voisinage. Les plaquettes du type 1 et du type 2 correspondent au vitellus blanc des anciens auteurs, les plaquettes du type 4 au vitellus jaune. On voit que ce dernier n'est, comme l'a d'ailleurs déjà dit Balfour, que du vitellus blanc plus évolué.

EMBRYOGÉNIE. — *Embryogénie des Hexactinides, leurs rapports morphologiques avec les Octanthides, le Scyphistome des Méduses et les Tetracorallia.* Note de M. L. **Faurot**, présentée par M. Yves Delage.

A la suite d'une étude faite sur des embryons du genre *Adamsia*, à de très nombreux degrés de développement, il m'est possible de préciser les principaux faits embryogéniques que j'ai exposés dans un précédent travail (*Archives de Zool. exp.*, 1903, 4e série, vol. I; pl. XII-XV) et, en outre, de les compléter et d'en étendre les conclusions.

La phase *planula* est suivie d'une invagination d'où résulte le stomodœum. Peu après apparaît la mésoglée dont le bord libre péribuccal est coiffé par l'ectoderme. Ce bord libre, d'abord simple, deviendra bifide par suite de la formation, au niveau de la partie moyenne du stomodœum, d'un plissement circulaire transversal. Le prolongement mésogléen, également recouvert d'ectoderme auquel ce plissement circulaire donne naissance, ne forme pas à l'origine une saillie régulière dans l'ouverture stomodœale; il est plus proéminent en deux points situés de chaque côté de la région désignée plus tard comme ventrale. En cette région se formera le pharynx, tandis que la portion péribuccale située au-dessus du plissement constituera le péristome de l'embryon et de l'adulte. Sur des coupes transversales, la portion pharyngienne du stomodœum présente à cette époque l'aspect d'une gouttière. Ainsi que je l'ai fait connaître, cette gouttière est l'origine du syphonoglyphe ventral.

A la période suivante il se produit, *obliquement*, de haut en bas et d'avant en arrière, c'est-à-dire du côté ventral au côté dorsal, deux plissements de la mésoglée recouverte intérieurement d'ectoderme. Ces plissements débutent aux deux bords entr'ouverts de la gouttière ventrale. A mesure que l'embryon s'accroît, les deux plissements pénètrent de plus en plus vers le centre de la cavité et forment les cloisons du couple 1-1. En même temps la gouttière se déplace vers le centre de la cavité gastrique et se ferme dans la plus grande partie de sa longueur, constituant ainsi un pharynx tubuleux. Immédiatement ou presque en même temps, quatre autres plis *obliques* (couples 2-2 et 4-4), à peu près parallèles à ceux qui ont formé le couple 1-1, apparaissent au côté dorsal qui, depuis le début des plissements, est le siège d'un accroissement plus rapide que le côté ventral. Enfin, à l'opposé, c'est-à-dire à ce côté ventral, deux autres plis (couple 3-3) font disparaître, en se développant en cloisons, l'obliquité des six premiers. C'est alors que le pharynx, d'abord rapproché de la paroi, est, par suite de l'allongement et de l'élargissement des quatre couples, transporté exactement au centre de la cavité gastrique, tandis que les cloisons deviennent géométriquement rayonnantes.

Les huit plissements opposés deux à deux donnant naissance aux quatre couples de cloisons primitives se produisent de concert avec la formation de quatre refoulements

endodermiques (Magentaschen de A. Gœtte). Ces plissements, en effet, ne s'étendent pas seulement en bas sur les parois latérales du corps de l'embryon; ils se prolongent aussi vers le haut, leurs extrémités supérieures se réunissant deux à deux au plafond de la cavité péripharyngienne. Ils délimitent ainsi : d'abord trois refoulements dorsaux, puis un quatrième qui est ventral.

Chez les Hexactinides, les huit plis obliques, origine des cloisons primitives, sont orientés dans la même direction que les muscles unilatéraux dont ces cloisons seront pourvues plus tard lorsqu'elles seront régulièrement rayonnantes. Six de ces plis forment un angle très aigu ouvert du côté ventral et deux forment un angle aigu ouvert du côté dorsal. La disposition ultérieure des cloisons et des tentacules par six, douze, vingt-quatre, etc., résulte en partie d'une cause mécanique dépendant de la tardive apparition du refoulement ventral. Chez les Octanthides, on le sait, le mode d'orientation des cloisons n'est pas semblable à celui des Hexactinides. Il est probable que chez les premières les huit plissements originaires forment tous un angle aigu, ouvert du côté ventral.

Chez le *Scyphula* les refoulements gastriques sont au nombre de quatre, disposés en croix, radialement. Chez les embryons des Hexactinides, ces poches en même nombre sont disposées en une série linéaire rappelant les processus embryogéniques de métamérisation. L'homologie avec le *Scyphula* est donc établie par le nombre des refoulements. Le nombre des cloisons primitives est doublé chez les Hexactinides par suite de la disposition différente des quatre renflements. Le prolongement labial de la mésoglée de l'embryon d'Hexactinide peut vraisemblablement s'homologuer avec le manubrium.

Dans le travail précédemment cité, j'ai exposé de quelle manière l'obliquité des quatre couples primitifs des Hexactinides permettait de comparer ces dernières avec certains genres de *Tetracorallia*, polypiers fossiles n'ayant pas laissé de descendance depuis la fin de la première période géologique.

Tous les faits et considérations précédentes seront développés dans un prochain Mémoire.

ACOUSTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Pourquoi certains sourds-muets entendent mieux les sons graves que les sons aigus.* Note de M. **Marage**, présentée par M. Yves Delage.

A l'encontre de ce qui se passe pour une oreille normale ([1]) certains sourds-muets, regardés par leurs professeurs comme des sourds complets, sont plus sensibles aux notes graves qu'aux notes aiguës.

Pour qu'une oreille normale, placée à 125^{m} de distance, puisse entendre la voyelle synthétique OU (ut_3), il faut que le son soit émis avec une énergie de $0^{kgm},015$; tandis que pour faire entendre la voyelle I (fa_6) à la même distance il suffit d'une énergie bien plus faible : $0^{kgm},0000003$.

Au contraire, certains sourds-muets sont sensibles à OU (fa_2) émis avec une énergie $0^{kgm},005$ et, quelle que soit l'énergie du son produisant les voyelles E (fa_5) et I (fa_6), il est absolument impossible de les leur faire entendre ([2]).

De plus l'expérience montre que les sourds-muets qui ont ce genre d'audition ne peuvent pas arriver à entendre la voix.

Il s'agit donc d'expliquer :

1° La courbe anormale de l'acuité auditive;

2° L'incurabilité de ce genre de malades.

Les expériences que j'ai faites au laboratoire de Roscoff m'ont permis d'expliquer ces deux anomalies.

Lorsque l'on se sert d'une membrane mince de caoutchouc pour faire parvenir dans une cuve à eau les vibrations des voyelles naturelles, on constate que certains animaux privés de tout organe auditif, telles que les *Serpules* et les *Cyona intestinalis*, sont très sensibles aux sons graves : les *Serpules* rentrent immédiatement leurs *flagelles* lorsque l'on chante la voyelle OU sur une note voisine de $si\flat_2$, tandis que la même voyelle émise avec la même énergie sur la note $si\flat_3$ ou $si\flat_4$ n'a sur eux aucune influence.

On observe les mêmes phénomènes sur *Cyona intestinalis* qui rentre ses siphons sous l'influence des sons graves et reste absolument insensible aux sons aigus.

([1]) *Sensibilité spéciale de l'oreille physiologique pour certaines voyelles* (*Comptes rendus*, 9 janvier 1905).

([2]) Le son est conduit à l'oreille du sourd-muet par l'intermédiaire d'un tube de caoutchouc de $0^{m},50$ de longueur, muni d'une membrane vibrante.

On comprend maintenant pourquoi les sourds-muets, qui ont le genre d'audition dont nous parlons plus haut, ne peuvent pas être développés au point de vue de leur acuité auditive; en effet, chez ces sourds-muets, on ne se trouve pas en présence d'une véritable audition, mais simplement d'un ébranlement sans signification musicale, et la sensation qu'ils éprouvent, et qu'ils ne peuvent exprimer puisqu'ils n'ont jamais entendu, est analogue à celle éprouvée par une *Serpule* ou une *Cyona :* ce n'est pas de l'audition, c'est un phénomène de tact. En effet, cette sensibilité spéciale pour les sons graves se rencontre chez d'autres animaux.

Si, par exemple, on fait l'ablation des globes oculaires à une Crevette et si, près des moignons oculaires, on fait parvenir les notes de l'octave 2, immédiatement l'animal touche avec ses pattes les parties qui ont été lésées, tandis que les notes aiguës n'ont aucune action.

Au point de vue pratique cette remarque est importante, car la forme de courbe de l'acuité auditive permettra immédiatement de faire une sélection et d'éliminer, dans les écoles, les sourds-muets qui ne devront pas être soumis aux exercices acoustiques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Activation du suc pancréatique par les sels de calcium.* Note de M. C. **Delezenne**, présentée par M. E. Roux.

J'ai montré [1] précédemment que l'on peut obtenir des macérations pancréatiques tout à fait inactives sur l'ovalbumine coagulée en ayant recours au fluorure de sodium. Le pancréas d'un chien, prélevé aussitôt après la mort de l'animal, ou mieux encore sur le vivant, est introduit rapidement dans une solution de fluorure de sodium à 1 ou 2 pour 100 et haché finement dans le liquide. La macération, filtrée après 12 à 24 heures d'étuve, ne montre aucune action digestive sur l'albumine, mais il suffit de l'additionner d'une faible quantité de suc intestinal pour lui conférer un pouvoir protéolytique des plus nets. La macération fluorée de pancréas se comporte donc comme la sécrétion physiologique de la glande que nous avons montrée [2], par ailleurs, être dépourvue également de tout pouvoir digestif propre.

---

(1) C. Delezenne, *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 21 décembre 1901, p. 1164.

(2) C. Delezenne et A. Frouin, *Comptes rendus,* juin 1902.

J'ai observé depuis qu'il est possible d'obtenir, par le même procédé, des macérations intestinales dépourvues d'action kinasique. Un segment d'intestin lavé, chez l'animal vivant, par un courant d'eau salée physiologique de façon à le débarrasser aussi complètement que possible de la kinase préalablement sécrétée et de tout débris cellulaire, est excisé rapidement et introduit dans une solution de fluorure de sodium où il est finement haché. La macération filtrée, après 12 heures d'étuve, est incapable d'activer un suc pancréatique, alors que le liquide provenant d'une macération témoin où le fluorure a été remplacé par un mélange de chloroforme et de toluol se montre très nettement kinasique. Il est indispensable, pour obtenir ce résultat, que l'intestin soit mis immédiatement en contact avec le fluorure. Les macérations faites avec des fragments d'intestin abandonnés pendant un certain temps à la température du laboratoire présentent toujours, en effet, une plus ou moins grande activité.

Ces faits nous ont amené à supposer que les sels de calcium jouaient peut-être un rôle dans la formation de la kinase, sinon de la trypsine, et que le rôle du fluorure de sodium se bornait à rendre ces sels inutilisables en les précipitant à l'état de fluorure de calcium insoluble.

Pour répondre à cette question nous avons institué une série d'expériences. Nous nous bornerons dans cette Note à étudier l'action exercée par les sels de calcium sur le suc pancréatique inactif.

Si l'on ajoute, à des quantités égales de suc pancréatique (suc de sécrétine) des doses croissantes d'un sel soluble de calcium, en ayant soin de ramener tous les tubes au même volume, et si l'on introduit dans le mélange un cube d'albumine, on constate qu'après 12 à 14 heures d'étuve les cubes sont totalement digérés dans toute une série de tubes où le sel a été ajouté en proportion optimum. Quand la digestion est complète, on peut ajouter un second puis un troisième cube d'albumine qui sont digérés rapidement à leur tour. On peut même obtenir la digestion d'un cube d'albumine en 3 ou 4 heures quand on ajoute ce dernier à un suc préalablement activé par un séjour de 8 à 10 heures à l'étuve.

L'activation du suc par le sel de calcium se réalise donc après un temps perdu à partir duquel elle augmente progressivement jusqu'à un maximum. On peut se rendre compte très aisément de ce fait en opérant dans le mélange des prises successives que l'on fait agir sur une substance facilement digestible comme la gélatine.

Quand le suc a été activé, on peut le débarrasser par dialyse (en présence de NaCl) du sel soluble de calcium sans lui faire perdre son activité. L'addition d'un excès de fluorure de sodium au suc dialysé ne modifie d'ailleurs en aucune façon les propriétés nouvelles qu'il a acquises.

Les résultats que nous venons de signaler ont été obtenus en utilisant tour à tour le chlorure, l'iodure, l'azotate et l'acétate de calcium.

Nous relatons ci-dessous deux expériences dans lesquelles nous avons employé le chlorure et l'iodure de calcium.

Nature des mélanges.	cm³	Digestion après 14 heures.	Nature des mélanges.	cm³	Digestion après 14 heures.
SP 2^{cm^3} + H^2O.........	0,5	0	SP 2^{cm^3} + H^2O.........	0,5	0
» + $CaCl^2$ à 20 p. 100	0,5	0	» + CaI^2 à 30 p. 100	0,5	complète
» »	0,4	complète	» »	0,4	complète
» »	0,3	complète	» »	0,3	complète
» »	0,2	complète	» »	0,2	complète
» »	0,1	$\frac{2}{3}$ digéré	» »	0,1	0
» »	0,05	0	» »	0,05	0

Tous les sucs ne sont pas également activables et les doses de sel qui conviennent le mieux ne sont pas nécessairement les mêmes pour chacun d'eux. Cela tient surtout à leur richesse variable en sels alcalins, particulièrement en carbonate de soude. La plus grande partie du calcium ajouté est en effet utilisée pour former du carbonate et du phosphate de calcium insolubles qui se précipitent rapidement et dont on peut se débarrasser sans inconvénient par filtration quand le suc est activé.

Les sels de calcium agissent-ils comme la kinase et leur action est-elle en tout comparable à celle du suc intestinal? Evidemment non. Le suc intestinal contenant de la kinase toute faite active parfaitement, en effet, le suc pancréatique quand il est ajouté à ce dernier en présence d'un excès de fluorure ou d'oxalate de sodium, par conséquent dans un milieu ne contenant pas ou ne contenant que des traces de sel de chaux dissous. Nous avons observé, d'autre part, que le suc pancréatique, préalablement filtré sur paroi de collodion, n'est plus activable par les sels de calcium alors que la kinase du suc intestinal active sensiblement de la même façon un suc filtré ou non filtré. La paroi de collodion sépare donc du suc pancréatique une substance qui, sous l'influence du calcium, paraît se transformer en un agent doué des mêmes propriétés que la kinase du suc intestinal.

On peut se demander si cette substance, qui se trouve en quantité plus ou moins grande dans tous les sucs inactifs, n'est pas une véritable substance mère de la kinase et si les sels de chaux n'interviennent pas pour la transformer en ferment définitif suivant un processus plus ou moins analogue à celui de la formation du fibrinferment. C'est là une hypothèse que nous formulons d'ailleurs sous toutes réserves et sur laquelle nous aurons à revenir. Nous examinerons également, si les sels solubles d'autres métaux

bivalents sont substituables aux sels de calcium et dans quelle mesure et dans quelles conditions très particulières ils sont capables d'intervenir.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique au sud-ouest du Chott el Hodna.* Note de M. **J. Savornin**, présentée par M. Michel Lévy.

La feuille de Bou Saada, récemment publiée (Algérie au $\frac{1}{200000}$), montre une disposition dissymétrique du relief, ou plus exactement du caractère topographique. J'ai eu l'occasion d'en traverser toute l'étendue du Nord au Sud et presque entièrement de l'Ouest à l'Est, voyant plusieurs points en détail. Or, l'étude tectonique met nettement en lumière le *dimorphisme* du pays entourant Bou-Saada.

Au Sud, le *synclinal d'Aïn Ograb* n'est pas autre chose qu'une de ces *Dakhla* si fréquentes dans les régions de Djelfa et d'El Aghouat (1). C'est une cuvette surélevée (2) de calcaires turoniens. Mais elle est quelque peu irrégulière et, si le bourrelet méridional en est à peine arqué sur 40^{km}, celui du Nord est passablement capricieux. C'est que la cuvette est flanquée régulièrement au Sud d'un long anticlinal d'où émergent quelques noyaux jurassiques séparés par de faibles ensellements; tandis qu'au Nord elle est déformée par de véritables boursouflures : dômes crétaciques bien individualisés. L'un de ces dômes intéresse toute la partie Ouest du pli, d'Aïn Ograb au Kranguet Grouz (noyau cénomanien). Un autre forme le Dj. Tsegna (noyau albien). Un troisième est au sud-est d'El Allik (noyau aptien). On en distingue même un autre plus à l'Est encore : K^{at} ech Chekoura (noyau urgonien); mais la cuvette turonienne, brusquement infléchie au Nord, le sépare du précédent (3).

Dans la zone médiane, l'élément tectonique prépondérant est l'*anticlinal du Kerdada* (noyau jurassique), dirigé SO-NE, mais qui s'infléchit à Bou-Saada même et semble se poursuivre dans le Dj. Maharga, avec un ensellement intermédiaire occupé par le Néocomien (à Roumana). On connaît la disposition des couches à Bou-Saada (4). Dans le Maharga le même pli simple est beaucoup plus étalé et se range plutôt dans la deuxième zone tectonique dont il sera question. Par contre, vers le Sud, la structure se complique. Déjà le flanc Ouest du Kerdada montre des strates verticales. Près

(1) Cf. A. Peron, *Essai de descr. géol. de l'Algérie* (*Ann. des Sc. géol.*, 1883); E. Ritter, *Le Dj. Amour et les monts des O^{d}-Naïl* (*Bull. Serv. Carte géol. Alg.*, 1901).

(2) Le point culminant de la feuille est sur un de ses bords : Dj. Fernane (1664^{m}).

(3) On peut lire aisément ces dispositions sur la Carte, car la topographie de cette région est particulièrement expressive et fait honneur aux officiers qui ont établi cette feuille.

(4) Cf. A. Peron, *loc. cit.*, p. 48.

d'El Hamel (nord-ouest du Dj. Semsad), on voit dans le même axe un pli mésocrétacique franchement couché vers le Nord-Ouest. Cet anticlinal du Kerdada est d'ailleurs flanqué de cuvettes cénomaniennes : contre-partie exacte, en réduction, du synclinal d'Aïn Ograb et de ses dômes. L'une est entre le Dj. Moubakra et la Dalaat Sidi Azedin. Une autre, minuscule, est à El Hamel même.

A l'ouest enfin de Bou-Saada, quelques dômes cratériformes existent encore : *Gada ez Zerga* (demi-dôme à noyau urgonien dont l'arête vive n'est que la retombée de la corniche du Dj. Baten) (base du Cénomanien); *Dj. el Bourma,* etc.

Ici finit la région des plissements accentués (vallée de l'oued Tensa) : c'est la *première zone tectonique.*

Dans la moitié nord de la feuille, la partie occidentale, quoique très montagneuse, présente, au contraire, une structure extraordinairement simple. Toute la série des sédiments éo et mésocrétaciques s'y distribue en empilements formidables presque horizontaux. Au point de vue tectonique il n'y a plus ici qu'une *plate-forme* dont l'émersion remonte à la fin du Crétacique. Les couches n'y prennent d'inclinaison notable qu'à Eddis et vers Benzouh : de sorte que ce massif apparemment complexe, par son relief, n'est qu'un large anticlinal de 20^{km}. On y voit quelques failles sans importance : petites fractures de tassement. A l'est, le Maharga participe bien de cette structure ébauchée. Aussi la largeur entière de la feuille ne montre dans cette *deuxième zone* que la simple succession des étages : depuis les dolomies du Jurassique supérieur (Maharga) jusqu'aux calcaires turoniens (Dj. Zemra).

En résumé, le parallèle de Bou-Saada sépare deux régions à structures radicalement différentes, mais sans qu'il y ait discontinuité :

1° *Au Sud* sont des plis très accusés produisant une grande variété de reliefs dont l'ordonnance est en relation directe avec la tectonique. Les plis courts prédominent.

2° *Au Nord,* c'est une plate-forme aux très larges courbures, aire anticlinale en définitive, où les accidents superficiels ne sont dus qu'à l'érosion.

Cette plate-forme s'étend au Nord sous la plaine du Hodna. En effet, partout où l'on peut voir des affleurements perçant la nappe d'alluvions soit au bord même du lac : Baniou ([1]) (Urgonien), Guellalia ([2]) (Jurassique sup.), soit au loin dans la plaine : Draà es Senam ([3]) (Urgonien), on ne trouve que les horizons que ferait prévoir l'hypothèse de la continuité d'allure des couches.

([1]) Feuille *Bou-Saada.*

([2]) Feuille *El-Kantara.*

([3]) Feuille *Msila.*

Cette remarque jette un certain jour sur la morphologie de la dépression hodnéenne : car ce bassin n'a pas la signification de ceux des Chotts oranais ou des Zahrez qui occupent des aires synclinales fixées depuis le début de l'Éogène. Au Nord, il est vrai, on voit aussi le bord d'un synclinal, puisque toutes les assises de l'Éocrétacique, de l'Éogène et du Néogène, avec de simples discordances angulaires, y plongent vers le Sud. Mais cette bordure, trop voisine du géosynclinal cartennien que j'ai fait connaître, a suivi quelque peu le mouvement ascensionnel de ce dernier (devenu même anticlinal), tandis que la plate-forme du Sud-Ouest se comportait toujours comme un môle résistant pour une cause profonde qui ne se révèle point. Ce simple mouvement a modifié la destinée du bassin, qui s'est vu rejeté vers le Sud, quittant presque le syndical éogène et empiétant sur la plate-forme arasée déjà par de puissantes érosions. D'où la situation actuelle du Chott, qui, par une sorte d'anomalie, n'est plus sur l'alignement si remarquable des cuvettes orano-algériennes et repose au Sud-Ouest sur une aire anticlinale.

HYDROLOGIE. — *Sur l'emploi des pressions hydrostatiques dans les captages de sources thermales.* Note de M. L. **De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

L'ingénieur des mines François a eu le premier, en 1839, l'idée d'appliquer la pression d'une nappe d'eau froide au captage des sources thermales. Cette méthode, que j'ai remise en vigueur après une longue période d'oubli, rend les plus grands services dans certains cas particulièrement difficiles, où il serait à peu près impossible de réussir autrement, pour des eaux chaudes émergeant au milieu d'un terrain fissuré ou perméable, par exemple sur le bord d'un torrent, pêle-mêle avec des eaux froides. Le jeu des pressions hydrostatiques convenablement réglé se charge alors, en quelque sorte automatiquement, de concentrer et d'isoler dans leurs griffons les eaux chaudes ascendantes, dont la pression souterraine est plus forte. La méthode est d'une souplesse et d'une sensibilité remarquables. Son seul défaut apparent est le contact qu'elle semble établir entre les eaux minérales à capter et des eaux froides peut-être contaminées. On aurait pu craindre, entre les unes et les autres, un mélange qu'il est tout à fait essentiel d'éviter. François, par des expériences sommaires, avait déjà reconnu que ce mélange ne se produisait pas quand l'équilibre des pressions

était convenablement établi. J'ai pu récemment, dans des conditions particulièrement nettes et frappantes, le vérifier avec les procédés dont nous disposons aujourd'hui (essais thermométriques et fluorescéine) sur un captage établi d'après mes conseils à Cestona en Guipuzcoa (Espagne).

La source thermale de Cestona, dont la température profonde est de 31°, est située à quelques mètres d'un torrent important, le Rio Urola, dont la température a varié de 7° à 11° pendant les expériences. Elle sourd d'un calcaire extrêmement fissuré, dans les cassures duquel l'eau du torrent pénètre directement et en tous sens. Ne pouvant empêcher cet accès des eaux froides, j'ai fait creuser un puits de 8^m de profondeur et, au fond de ce puits, enfoncer un tube de 2^m dans la fissure thermale. Ce tube, sur lequel on peut faire agir une pompe aspirante, prend donc l'eau thermale au fond d'un puits qui, en temps ordinaire, si on ne l'épuise pas artificiellement, se remplit d'eau froide au niveau de la rivière et l'action de ces eaux froides sur l'eau chaude est tellement directe qu'il suffit d'abaisser ou de relever l'eau froide dans le puits pour voir l'eau thermale descendre ou monter en même temps dans son tube d'aspiration, en restant toujours de 12^{cm} à 15^{cm} plus élevée que l'eau froide. Néanmoins, si on ne laisse pas l'eau froide s'élever dans le puits par l'effet des crues au delà d'un certain niveau qu'il a été facile de déterminer, il n'y a aucun mélange entre cette eau froide et cette eau thermale, que séparent seulement 2^m d'un calcaire largement fissuré.

On en a d'abord une première preuve par les essais thermométriques. En épuisant complètement l'eau froide du puits, la température de la source thermale est de 31°. Cette température se maintient quand on laisse ensuite l'eau froide remonter jusqu'au niveau de captage en question, c'est-à-dire qu'il n'y a pas introduction d'eau froide dans l'eau chaude; on peut même constater l'inverse, c'est-à-dire le refoulement de l'eau froide par des venues thermales latérales; car, si l'on maintient plusieurs jours le niveau de l'eau froide dans le puits, on voit peu à peu la température de celle-ci s'élever jusqu'à 23°, malgré la proximité du torrent à 7°.

Si l'on dépasse au contraire de $0^m,80$ le niveau de pression convenable, la température de la source thermale baisse de 31° à 27°, en même temps que son débit augmente d'un quart et la température du puits devient identique à celle du torrent voisin. On a donc ainsi refoulé dans le griffon principal les venues latérales moins chaudes, qui auparavant se perdaient dans le puits.

Cependant, même dans cette seconde partie de l'expérience, il n'y a pas

encore introduction de l'eau froide du puits dans la fissure thermale, malgré l'aspiration exercée par la pompe sur ce tuyau qui s'enfonce seulement de 2^m dans le calcaire fissuré sous une colonne d'eau froide de 6^m. J'ai pu, en effet, teindre très fortement à la fluorescéine l'eau du puits (à une dose près de 100 fois supérieure à celle que l'on emploie habituellement) et prolonger l'expérience pendant huit jours sans que la moindre trace de matière colorante soit apparue dans la source thermale.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'exploration de l'atmosphère libre au-dessus de l'Océan Atlantique, au nord des régions tropicales, à bord du yacht de S. A. S. le Prince de Monaco, en* 1905. Note de M. **H. Hergesell.**

En été 1905, S. A. S. le Prince de Monaco a continué l'exploration de l'atmosphère, commencée en 1904, au-dessus de l'Océan Atlantique.

Il s'agissait cette fois d'étudier aussi les couches plus élevées et de choisir des régions éloignées des côtes et indépendantes de l'influence que pourraient exercer le continent d'Afrique et les îles qui l'entourent.

Pour atteindre des hauteurs considérables on a employé ma méthode des ballons-tandems en caoutchouc, dont on s'était déjà servi avec grand succès au-dessus de la Méditerranée, en avril 1905 [1]. Cette méthode permet d'étudier, non seulement la répartition de la température et de l'humidité, mais aussi des mouvements de l'atmosphère, jusqu'à de grandes hauteurs.

Les ascensions ont eu lieu dans la partie de l'Océan située entre 26° et 38° de latitude, et 10° et 42° de longitude ouest de Greenwich, donc en pleine région de l'alizé, dans la partie de la route située le plus au Sud.

Dans ces régions de l'Océan éloignées des continents on retrouve également les trois couches déjà décrites par moi pour la contrée explorée en 1904 [2].

La troisième couche, que j'ai considérée comme contre-alizé, descendant et retournant vers l'équateur, dans la Note déjà citée, n'a pu être explorée en 1904 qu'à une hauteur de 4500^m. Nos observations récentes prouvent que cette couche s'étend jusqu'à au moins $10\,000^m$ et n'est limitée que par cette zone isotherme découverte, au-dessus de l'Europe, par MM. Teisse-

(1) Voir *Comptes rendus*, 5 juin 1905 et 11 septembre 1905.

(2) Voir *Comptes rendus*, 30 janvier 1905.

renc de Bort et Assmann. Dans nos ascensions nous avons constaté pour la première fois l'existence de cette zone isotherme au-dessus de l'Océan. En effet, l'ascension du 2 août en indiquait l'existence à 12900^m.

Je joins les résultats de cette ascension comme exemple typique de la répartition de la température et de l'humidité au-dessus de l'Océan.

Hauteur.	Température.	Humidité relative.	Remarque.
0	+25°	72 pour 100	I couche
1350	+14	88 »	
3550	+13	23 »	II couche
12900	−66	»	III couche
14400	−65	»	Couche isotherme

La direction des courants supérieurs dans les différentes ascensions pourra être résumée comme suit :

1er *août*. — Latit. 31°10′, long. 19°30′ W. NE jusqu'à 3420^m, NW jusqu'à 5090^m, NE jusqu'à 6740^m, N jusqu'à 7270^m, NNW jusqu'à 10090^m.

2 *août*. — Latit. 29°17′, long. 21°50 W. NE jusqu'à 3540^m, NW ou WNW jusqu'à 5450^m, NE jusqu'à 9420^m, E jusqu'à 10200^m, au-dessus probablement SE.

7 *août*. — Latit. 25°58′, long. 35°7′ W. NE jusqu'à 1800^m, SSE jusqu'à 2100^m, SW jusqu'à 5000^m, SE jusqu'à 6000^m, SSE jusqu'à 6600^m, SW jusqu'à 8400^m, WNW jusqu'à 9000^m, SW jusqu'à 12000^m, SE jusqu'à 16000^m.

8 *août*. — Lat. 26°41′, long. 36°36′ W. NE jusqu'à 2110^m, NW ou WNW jusqu'à 12000^m.

9 *août*. — Lat. 27°42′, long. 38°34′ W. NE ou NNE jusqu'à 5600^m, NW ou NNW jusqu'à 9000^m.

11 *août*. — Lat. 30°4′, long. 42°30′ W. NNE jusqu'à 4140^m, N jusqu'à 4240^m, NNE jusqu'à 8400^m.

16 *août*. — Lat. 31°44′, long. 42°39′ W. ENE jusqu'à 4540^m.

23 *août*. — Lat. 37°3′, long. 27°21′ W. NW jusqu'à 2210^m, NW jusqu'à 2800^m, NE jusqu'à 3280^m, N jusqu'à 3840^m, NNW ou NW jusqu'à 12330^m.

La vitesse des alizés était de 5^m à 6^m, celle des couches supérieures de 10^m ou 15^m par seconde.

On voit que, dans la région de l'Océan Atlantique que nous avons explorée, les vents à composante Nord ont prédominé jusque dans les plus grandes altitudes. Des courants du Sud n'ont été trouvés qu'une seule

fois, à partir de 2000^{m}, le 7 août. Ce jour-là nous nous étions avancés le plus vers le Sud. D'un autre côté il est remarquable que, déjà le lendemain et presque à la même place, les courants du Nord ont de nouveau été constatés toujours sur la latitude des îles Canaries.

Des recherches futures pourront décider si, plus au Sud, à des latitudes moindres que 25°, les courants supérieurs, à composante Sud, prédominent, comme l'ascension du 7 août semblerait l'indiquer; mais il se pourrait aussi que ce jour-là il se soit agi de courants irréguliers dus à une situation passagère; en effet, le lendemain les courants supérieurs étaient de nouveau du Nord.

Dans une Communication faite à l'Académie, le 9 octobre, MM. Teisserenc de Bort et Rotch ont exposé les résultats de leurs observations faites sur l'Atlantique et y ont fait remarquer une certaine différence avec les résultats obtenus, l'année dernière, par l'expédition de la *Princesse-Alice*. Cette différence, en réalité, n'existe pas. En effet, les ascensions de la *Princesse-Alice*, en 1904, ont eu lieu au nord des Canaries vers les Açores, et l'on y a étudié les courants aériens jusque vers 4000^{m}. Or, MM. Teisserenc de Bort et Rotch résument comme suit les résultats qu'ils ont trouvés eux-mêmes dans cette région :

1. Les vents qui vont vers l'équateur sont de Nord-Est à Est dans les régions basses et généralement de Nord-Ouest à Nord-Est au-dessus d'un millier de mètres.

2. Au nord de Madère et vers les Açores les vents supérieurs, comme on le savait déjà par les observations de nuages, sont surtout d'Ouest et de Nord-Ouest.

Ils conviendront qu'ils n'ont fait que retrouver et confirmer les résultats de nos propres observations tels que je les ai exposés dans ma Note du 9 janvier, se rapportant à la partie de l'Atlantique située entre les Canaries et le détroit de Gibraltar. Pour ce qui concerne les observations faites plus au Sud, celles faites par MM. Clayton et Maurice à Ténériffe qui donnent des courants de Sud-Ouest dans les grandes hauteurs sont en opposition avec celles que nous avons faites aux mêmes latitudes, mais loin du continent. Cette différence, qui est très remarquable, tend à prouver que les idées reçues sur la circulation dans les régions tropicales demandent à être revues; le chemin que suivent les courants ramenant l'air de l'équateur paraît en effet moins simple qu'on ne l'avait admis; il semble dépendre de la répartition des continents et des océans.

En tout cas les observations faites par nous prouvent que, loin des côtes, à la latitude des îles Canaries, les vents réguliers supérieurs du Sud-Ouest qui correspondraient au contre-alizé n'ont point été retrouvés.

M. F.-W.-T. Hunger adresse une *Nouvelle théorie sur l'étiologie de la Nielle des feuilles de tabac.*

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. Karl Wiegand adresse plusieurs Mémoires, en allemand, *Sur le système du monde* et *Sur la navigation aérienne.*

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 novembre 1905.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine : *Décades zoologiques. Oiseaux;* n° 2. Hanoï, 1905; 1 fasc. in-4°. Exemplaire n° 16. (Adressé à la Commission de Contrôle par M. L. Boutan.)

Compagnie universelle du Canal maritime de Suez : *Accident du « Chatham », septembre 1905. Notes, vues et plans.* Paris, imprimerie de la Société anonyme de publications périodiques, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Vieille, au nom de M. le Prince d'Arenberg.)

Die Opisthobranchiata der Siboga-Expedition, von Dr Rud. Bergh; mit 20 Tafeln. Leyde, E.-J. Brill, 1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

Bulletin du Musée océanographique de Monaco; n° 48 : *Note préliminaire sur les « Eucyphotes » recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco à l'aide du filet à grande ouverture,* par H. Coutière; n° 49 : *Description d'un Amphipode pélagique, nouveau comme genre et comme espèce,* par Ed. Chevreux. Monaco, 1905; 2 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société géologique de France : 4e série, tome II, fasc. 6; tome III, fasc. 7; tome V, fasc. 3 et 4. Paris, 1905; 4 fasc. in-8°.

La Province médicale, paraissant à Paris le samedi; 18e année, nouvelle série, nos 1 et 2, novembre 1905. Paris; 2 fasc. in-f°.

M. H. Bentabol fait hommage de trois Opuscules intitulés :

Introduccion al estudo del calculo infinitesimal. Madrid, 1890; 1 fasc. in-8°.
Teoria elemental de las superficies regladas. Madrid, 1892; 1 fasc. in-8°.
Triangulos deformables y rectificacion de curvas. Madrid, 1893; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 4 septembre 1905.)

Note de M. *Piltschikoff*, Sur la polarisation du Ciel pendant l'éclipse du Soleil :

Page 472, ligne 26, *au lieu de* à 10°, *lisez* à 90°.
Même page, notes (1) et (2), *au lieu de* 1902, *lisez* 1892.

(Séance du 6 novembre 1905.)

Note de M. *Ch. Depéret*, Sur l'évolution des Mammifères tertiaires :

Page 703, ligne 40, au lieu de *Elasmotherium*, lisez *Chasmotherium*.
Page 704, ligne 4, même correction.
Même page, ligne 25, même correction.
Même page, ligne 31, *au lieu de* Elalicothéridés, *lisez* Chalicothéridés.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome XLVIII des *Mémoires de l'Académie* est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur les composés alcalins insolubles contenus dans les tissus végétaux vivants;* par M. **Berthelot**.

PREMIÈRE PARTIE. — Expériences sur les Graminées.

J'ai poursuivi mes recherches sur l'existence et sur le rôle des composés alcalins insolubles contenus ou formés par les substances végétales; recherches dont j'ai publié les premiers résultats, concernant les substances humiques, dans la séance de l'Académie du 4 septembre 1905.

Mes nouvelles expériences ont porté d'une part sur des végétaux vivants appartenant à des familles très différentes, Graminées annuelles et chêne, et, d'autre part, sur les produits ultimes de la décomposition pyrogénée des végétaux, tels que le charbon de bois.

Je vais parler aujourd'hui des Graminées. J'ai opéré sur le foin obtenu par un mélange de diverses espèces de *Festuca*, tiges et feuilles, substance qui a déjà été l'objet de beaucoup d'études de ma part.

La méthode que j'ai suivie étant la même que dans les essais publiés le 4 septembre, il suffira de la rappeler brièvement.

I. — *État initial.*

J'ai déterminé la composition de la matière première (foin récolté le 24 août 1905), en eau et matière fixe à 110°; puis j'ai passé la matière sèche au moulin et j'en ai déterminé la portion soluble dans l'eau, par macération de 4 heures à 80° suivie d'un épuisement à froid, et la partie insoluble.

Un échantillon de chacune de ces matières a été analysé complètement, de façon à déterminer d'abord le poids relatif de la matière organique et celui des cendres; puis les doses de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène, d'une part; celles de la potasse, de la chaux, de la silice, etc., de l'autre. Voici les résultats observés :

100 grammes de matière ont perdu à l'étuve, à 110° : 67g,84.

Les 32g,16 de matière fixe, pesée dans les conditions ordinaires, ont été séparés par l'action de l'eau, avec épuisement, en partie soluble et partie insoluble : soit, pour 100 parties, 72,2 portions insolubles et 27,8 portions solubles.

Matière soluble. — L'incinération de 100 grammes de la portion *soluble* a fourni

Matière organique	81,1	100
Cendres	18,9	

Soit, pour 100 parties de la matière organique : 23,3 de cendres.

La matière organique renfermait :

C	49,44
H	6,65
Az	2,20
O, etc	41,71
	100,00

Les cendres :

K^2O	5,95
CaO	2,56
SiO^2	5,38
Alumine, acide phosphophorique, et analogues.	0,76
	14,65
Acide carbonique, composés divers et perte	8,65

Matière insoluble. — L'incinération de 100 grammes de la portion *insoluble* dans l'eau a fourni

Matière organique	95,94	100
Cendres	4,06	

Soit, pour 100 parties de la matière organique : 4,21 de cendres.

La matière organique ci-dessus renfermait :

C	49,51
H	6,31
Az	2,21
O, etc.	41,97
	100,00

Les cendres :

K^2O	0,13
CaO	0,62
SiO^2	2,31
Alumine, acide phosphorique, etc.	0,41
	3,47
Acide carbonique, composés divers et perte..	0,74

On remarquera en premier lieu que la partie soluble contient la majeure partie des composés minéraux : non seulement, comme on devait s'y attendre, pour la potasse, mais aussi pour la chaux et la silice. Cependant il existait dans la plante une dose notable de potasse, engagée dans un composé insoluble dans l'eau : près de 2 centièmes de la potasse totale.

En second lieu, et ceci est très digne d'intérêt, la composition centésimale de la matière organique insoluble a été trouvée la même sensiblement que celle de la matière soluble.

Cette composition répond à peu près aux rapports empiriques suivants :

$$C^{24}(H^2O)^{15}H^7Az.$$

Il convient d'observer que, dans la partie soluble, cette matière organique est combinée avec des doses d'alcali beaucoup plus fortes que dans la partie insoluble.

II. — *Doubles décompositions salines.*

J'ai pesé plusieurs échantillons de 10g de la matière insoluble, séchée à 110°, et j'ai fait digérer chacun de ces échantillons :

1° Avec une solution d'acétate de potasse (5g dissous dans 50cm³ de liqueur et additionnés de 200g d'eau : à froid d'une part; à chaud (80°) d'autre part.

On a séparé ensuite la partie soluble de la partie insoluble bien épuisée et on les a analysées.

2° Avec une solution d'acétate de chaux (4g environ dans 50cm³ de liqueur, plus 200cm³ d'eau). A froid et à chaud, on a opéré de même.

Voici le Tableau des résultats obtenus par l'analyse des produits, les-

quels indiquent la répartition finale des deux bases : potasse et chaux. Je rappellerai qu'ils ont été obtenus après lixiviation prolongée par l'eau des matières insolubles.

Acétate de potasse.

État initial.		Macération à froid.	Macération à chaud (80°).
Solution saline	2,50	2,46	2,44
Matière insoluble	0,12	0,19	0,175
K^2O	2,62	2,65	2,615
Solution saline	0,00	0,24	0,25
Matière insoluble	0,75	0,51	0,50
CaO	0,75	0,75	0,75

Acétate de chaux.

État initial.			
Solution saline	0,00	0,082	0,084
Matière insoluble	0,12	0,032	0,027
K^2O	0,12	0,114	0,111
Solution saline	2,84	2,78	2,78
Matière insoluble	0,75	0,78	0,79
CaO	3,59	3,56	3,57

D'après ces chiffres, les macérations, soit à froid, soit à 80°, ont fourni à peu près les mêmes résultats et équilibres.

En présence de l'acétate de potasse, la matière organique insoluble a fixé une dose de potasse excédante, égale environ à la moitié de celle qu'elle contenait d'abord. Mais en même temps un tiers de la chaux de la matière insoluble est entré en dissolution; dose fort supérieure à l'équivalent de la potasse fixée.

Il semble donc qu'en présence de l'excès de potasse apporté par l'acétate de cette base, l'acide organique insoluble contenu dans la plante ait formé un sel double soluble de potasse et de chaux.

Réciproquement, en présence d'un excès de chaux, apporté par l'acétate, la matière organique insoluble a perdu, au contraire, près des trois quarts de sa potasse; tandis qu'elle fixait une dose de chaux à peu près équiva-

lente à la potasse déplacée. Les deux phénomènes sont évidemment corrélatifs.

Des faits analogues d'équilibre ont été observés avec les feuilles mortes (*Comptes rendus*, p. 440, 441, 442).

Leur caractère exceptionnel est surtout frappant en ce qui touche la fixation de la potasse : les sels de potasse formés par presque tous les acides connus possédant une solubilité dans l'eau assez sensible pour ne pas leur permettre de résister aux opérations de lixiviation, employées dans mes expériences.

Parmi les sels de chaux, au contraire, il en est beaucoup, tels que l'oxalate de chaux, dont l'insolubilité à peu près absolue permet d'expliquer leur persistance dans les matières végétales et, par contre-coup, leur intervention dans la formation de certaines doubles décompositions et dans les phénomènes d'équilibre.

En résumé, les résultats observés dans la présente Note sont analogues, avec des valeurs numériques un peu différentes, à ceux que j'ai observés sur les matières humiques végétales. Ils attestent de même le déplacement partiel des alcalis unis à l'acide acétique, par les acides insolubles contenus dans la matière végétale, et ils prouvent l'existence d'équilibres particuliers correspondant à ce déplacement.

Avec les acides plus forts, tels que l'acide chlorhydrique d'après mes observations, les effets analogues sont presque insensibles : ce qui s'explique, si l'on observe que la potasse des sels organiques insolubles étudiés dans ma Note sur les acides humiques et dans la présente Note est transformée à peu près complètement en sels solubles par l'acide chlorhydrique étendu.

En tous cas, l'existence de sels insolubles de potasse dans les plantes et les équilibres correspondants constituent des faits essentiels, au point de vue de la nutrition des végétaux, et de la fixation des alcalis empruntés à la terre et aux engrais.

J'y reviendrai bientôt avec des détails plus circonstanciés, en exposant mes expériences sur les feuilles vertes du chêne.

DEUXIÈME PARTIE. — Expériences sur le charbon de bois.

I. — *État initial.*

On a pris un échantillon de charbon de bois, aussi homogène et aussi bien préparé que possible, non mêlé de produits bruns ou incomplètement chauffés; on l'a broyé, tamisé; puis lavé, par macération et décantation, avec de l'eau distillée bouillante, laquelle a été jetée sur un filtre, et, lessivé le produit jusqu'à ce que le liquide filtré ne laissât plus aucun résidu par évaporation sur une lame de platine. Le poids de l'eau employée par ces additions successives s'est élevé à 75 fois celui du produit final, lequel pesait 314g.

D'après analyse, ce produit final a donné :

Pour 100g de matière organique : 1g,61 de cendres. Celle-ci contenait :

SiO^2	0g,083	soit	5,15
CaO	0,679	»	42,20
K^2O	0,156	»	9,71
	0,818	»	57,06
Autres matières (fer, alumine, acides minéraux, etc.)	0,792	»	42,94
	1,61	»	100,00

II. — *Action de l'acide chlorhydrique étendu.*

On a traité 10g de charbon de bois (séché à 110°) par 100cm³ d'une liqueur renfermant 0g,9125 d'acide chlorhydrique, et cela de deux manières, savoir :

1° Par macération rapide à froid, suivie de filtration et lavages jusqu'à épuisement;

2° Par réaction du même acide au bain-marie, à 100° en vase clos, pendant 1 heure, et épuisement semblable à froid.

On a ainsi obtenu une portion soluble et un résidu insoluble.

On a séché ce dernier à 110°; on l'a pesé, incinéré et l'on a analysé les cendres. Ces opérations ont fourni pour 10g initiaux :

	A froid.	A chaud.
Résidu insoluble séché à 110°	9g,86	9g,82
Cendres	1g,60	»

Ces dernières contenaient, pour 100 parties de matière organique totale :

	A froid.	A chaud.
SiO^2	0,085 g	0,084 g
K^2O	0,0276	0,018
CaO	0,200	0,004

Il y a, en outre, du fer, de l'alumine, des acides minéraux, etc.

La dose de silice est sensiblement la même; mais les doses de potasse et de chaux sont plus fortes dans la matière traitée à froid que dans la matière traitée à chaud, ainsi qu'on devait s'y attendre.

Les doses d'alcali entrées en dissolution, calculées par différence avec l'analyse du produit primitif, seraient :

	A froid.	A chaud.
K^2O	0g,128	0g,138
CaO	0g,479	0g,675

On remarquera que le traitement chlorhydrique a enlevé à peu près toute la chaux, résultat analogue à celui observable sur la terre arable. Tandis qu'il est resté sous forme insoluble 18 centièmes, ou un sixième de la potasse, à froid; 12 centièmes, ou un neuvième, à chaud.

La présence dans le charbon de bois de sels de potasse insolubles, non seulement dans l'eau qui en avait laissé dans cet état 0g,156, mais même dans l'acide chlorhydrique étendu et chaud, est ainsi contrôlée. Elle ne résulte pas d'un lavage incomplet, lequel aurait respecté proportionnellement la chaux. La dose de potasse insoluble est d'ailleurs trop considérable pour être attribuée, du moins en totalité, à la présence de la proportion de silice trouvée dans l'analyse.

Il est établi par ces observations que le charbon de bois contient des acides particuliers, formant des sels de potasse insolubles, analogues à ceux qui existent dans les matières humiques et dans les matières végétales vivantes : acides plus énergiques même, puisqu'ils résistent en partie à l'action des acides minéraux forts, tels que l'acide chlorhydrique.

III. — *Doubles décompositions salines.*

Venons aux expériences de double décomposition saline, réalisées avec l'acétate de potasse et avec l'acétate de chaux.

On a pris 20g du charbon de bois précédent, bien lavé à l'acide chlorhydrique étendu, épuisé par l'eau, puis séché à 110°. On les a mis dans un

ballon avec 10^{cm^3} d'une solution d'acétate de potasse contenant $0^g,994$ de ce sel, en ajoutant 200^{cm^3} d'eau distillée. Après macération à froid pendant 48 heures, on a filtré et lavé par lixiviation, jusqu'à absence de résidu sensible, par évaporation de la liqueur sur une lame de platine. On a séché à 110° la matière insoluble et l'on a analysé, d'une part, la liqueur filtrée et, d'autre part, le résidu insoluble, après incinération.

Les mêmes opérations ont été exécutées, d'autre part, après macération à chaud : 6 heures à 100°, en vase clos.

Enfin, on a exécuté les mêmes opérations avec l'acétate de chaux : 20^{cm^3} renfermant $0^g,88$ de ce sel.

Voici le résumé des résultats observés : rapportés à 100^g de la matière organique du charbon de bois séché à 110°.

Acétate de potasse.

État initial.

SiO^2	0,082 (insoluble)
K^2O	0,156 + 2,407 = 2,563
CaO	0,679

État final.	A froid.	A chaud.
SiO^2	0,082 (insoluble)	0,084 (insoluble)
K^2O dissoute	2,214	2,225
K^2O insoluble	0,238	0,180
	2,452	2,405
CaO dissoute	0,036	0,033
CaO insoluble	0,657	0,669
	0,693	0,702

Acétate de chaux.

État initial.

SiO^2	0,082
K^2O	0,156
CaO	0,679 + 1,414 = 2,093

État final.	A froid.	A chaud.
SiO^2	0,084 (insoluble)	0,085 (insoluble)
K^2O dissoute	0,0424	0,086
K^2O insoluble	0,1192	0,069
	0,1616	0,155
CaO dissoute	1,387	1,308
CaO insoluble	0,719	0,823
	2,106	2,131

Tous les résultats mesurés ont été reproduits dans ces Tableaux; sans chercher à rectifier les petits écarts ou erreurs, inévitables dans une si longue série de déterminations. Les conclusions que ces résultats ont permis d'en tirer, même dans cette limite, ne sont pas équivoques.

En premier lieu, la silice se retrouve avec le même poids sensiblement : toujours insoluble, et sans qu'elle ait fixé de chaux ou de potasse, non éliminable par les traitements analytiques ordinaires.

Avec l'acétate de potasse, la dose de potasse insoluble augmente de moitié à froid; notablement moins à chaud, quoique toujours notablement. La présence de l'acétate de potasse solubilise d'ailleurs une portion de la chaux.

Avec l'acétate de chaux, une partie de la potasse insoluble entre au contraire en dissolution; tandis qu'une fraction de la chaux acquiert l'état insoluble.

Ces phénomènes divers et l'opposition entre les effets produits par la réaction de l'acétate de potasse et par celle de l'acétate de chaux, observables soit avec les feuilles fraîches, soit avec les matières humiques, soit avec le charbon de bois, sont conformes aux prévisions qui résultent de la Mécanique chimique et des lois générales de l'équilibre, telles que je les ai constatées par l'étude des éthers, et telles qu'elles sont reconnues applicables aux doubles décompositions salines, entre sels solubles et sels insolubles.

Les résultats généraux qui viennent d'être exposés sont analogues à ceux observés avec les feuilles mortes et avec le foin vivant. Ils tendent à établir quelque analogie de constitution entre les acides insolubles et polymérisés, renfermés soit dans les végétaux frais, soit dans les matières humiques, soit enfin dans les produits charbonneux qui en dérivent. En fait, les acides contenus dans le charbon de bois sont d'ailleurs plus énergiques; car ils forment des sels potassiques susceptibles de résister d'une façon plus marquée à l'action de l'acide chlorhydrique. Mais les caractères généraux des équilibres sont analogues.

J'avais pensé à étendre ces études à la houille et à son dérivé pyrogéné, le coke; mais j'ai dû y renoncer, en rencontrant des conditions et des difficultés spéciales, telles que : les doses considérables de silice, de silicates et parfois de pyrite, contenues dans ces matières, tous composés suscep-

tibles d'intervenir dans les équilibres. En outre, la nature bitumineuse de la houille empêche un contact exact entre cette substance, si imparfaitement pulvérisable, et les dissolutions aqueuses des sels alcalins.

D'autre part, le coke renferme des substances frittées, agrégées par une fusion partielle et protégées par un vernis de silicates et aluminates fondus, qui les imprègne; toutes circonstances qui en ont profondément modifié la cohésion. Leur constitution chimique les rapprocherait plutôt de certains alliages. En tout cas, elle n'est pas assimilable à la constitution saline et elle ne se prête plus ni en fait, ni en théorie aux mêmes équilibres et substitutions.

Au contraire, le charbon de bois retient encore quelque chose de la structure et des affinités chimiques des principes contenus dans les êtres organisés dont il dérive. En fait, on a vu qu'il se prête, suivant une certaine mesure, à des substitutions et équilibres salins du même ordre.

Je poursuis sur les végétaux vivants ces recherches, dont l'importance, soit pour la mécanique chimique, soit et surtout pour la physiologie végétale et la nutrition des plantes au moyen du sol et des engrais, n'échappera à personne.

ZOOLOGIE. — *Sur les Thalassinidés recueillis par le* Blake *dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique.* Note de M. E.-L. Bouvier.

Les Crustacés fouisseurs du groupe des Thalassinidés occupent une place importante dans les collections abyssales recueillies par le *Blake* dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique. Ils sont presque tous nouveaux pour la Science et se répartissent fort inégalement entre les deux familles principales du groupe, la famille des Axiidés ne comptant pas moins de huit espèces dans cette récolte, tandis que celle des Callianassidés n'en comprend qu'une seule.

Axiidés. — Dans cette famille, la prépondérance appartient largement au sous-genre *Eiconaxius,* tant par le nombre des espèces que par la multiplicité des individus. Ce genre était constitué jusqu'ici par quatre espèces, toutes localisées dans la région indo-pacifique; il acquiert du coup une importance plus que double, car la collection ne comprend pas moins de quatre espèces et d'une variété nouvelles, presque toutes représentées par un assez grand nombre d'individus.

Je crois utile de résumer dans le Tableau suivant les caractères essentiels de ces diverses formes :

Rostre spatuliforme, largement obtus au sommet, à bords et à carène dorsale inermes.	*La carène rostrale se prolonge et s'élargit sur la région gastrique;* pinces antérieures subégales et assez semblables, arrondies en dessus, à doigt immobile sans dents prédominantes; pinces de la paire suivante à peine plus longues que le carpe; épimères abdominaux largement obtus..		*Borradailei* n. sp.
	La carène rostrale ne se prolonge pas sur la région gastrique; pinces antérieures fort différentes, les doigts des plus fortes ayant au plus le tiers de la longueur de l'organe et ceux des plus faibles les deux tiers; le bord supérieur du propodite des deux pinces est un peu caréné en dessus.	*L'index de la forte pince présente un long tubercule,* les pinces de la paire suivante sont à peine plus longues que le carpe, épimères abdominaux 2 et 3 en pointe aiguë......	*rotundifrons* n. sp.
		L'index de la forte pince a des dents subégales, les pinces de la paire suivante sont notablement plus longues que le carpe, épimères abdominaux 2 et 3 en pointe courte et obtuse..........................	*communis* n. sp.
Rostre triangulaire, aigu ou subaigu, plus rétréci vers la pointe, ordinairement denticulé sur les bords, carène rostrale sans prolongement gastrique; pinces antérieures fort différentes, les doigts des plus faibles ayant au moins les deux tiers de la longueur de l'organe, les deux pinces étant d'ailleurs fortement carénées en dessus; pinces de la paire suivante un peu plus longues que le carpe.	*Carène rostrale inerme;* doigts des fortes pinces ayant au plus le tiers de la longueur de l'organe, un tubercule long et terminé par une dent sur l'index, avec une échancrure correspondante sur le pouce; doigts de la paire suivante égalant le tiers de la longueur de la pince; épimères abdominaux 2 et 3 en pointe aiguë...		*Agassizi* n. sp.
	Carène rostrale denticulée; doigts des fortes pinces vaguement dentés et mesurant au moins la moitié de la longueur de l'organe; doigts de la paire suivante n'égalant pas le tiers de la longueur de la pince; épimères abdominaux 2 et 3 en pointe courte et peu aiguë..................		*crista-galli* Faxon. Var. *antillensis* n. var.

Par leur rostre spatuliforme et obtus, les trois premières espèces constituent un groupe à facies propre bien caractérisé; quant aux deux autres, elles présentent des affinités manifestes avec l'*E. acutifrons* S. B. et l'*E. crista-galli* qui furent toutes deux capturées par l'*Albatros* dans le Pacifique oriental; d'ailleurs, s'il convient de considérer l'*E. Agassizi* comme une espèce distincte de l'*acutifrons* à cause de son rostre large et de ses pinces à doigts courts, la seconde forme me paraît être une simple variété locale de l'*E. crista-galli*, variété qui se distingue par les denticules marginaux de son rostre et la transformation en épine du tubercule qui se trouve à

la base du doigt immobile sur la petite patte antérieure. J'ajoute que les quatre premières espèces sont représentées par de nombreux individus et que deux d'entre elles au moins, l'*E. rotundifrons* et l'*E. Agassizi*, peuvent prendre gîte dans les cavités aquifères des Éponges siliceuses.

Les autres espèces de la famille sont rares et ne comptent pas plus d'un représentant dans la collection, mais toutes contribuent à enrichir singulièrement nos connaissances sur le groupe des Thalassinidés.

Voici d'abord un *Axiopsis* que je désignerai sous le nom de *longipes* à cause de la longueur remarquable de ses pinces antérieures. Cette espèce se rapproche beaucoup de l'*A. inæqualis* Rathb. capturé par 300^{m} dans les parages de Porto-Rico; mais elle a des pédoncules oculaires courts, une cornée fort large, des pinces très longues, et, sur la région gastrique, deux rangées longitudinales de trois fortes épines, ce qui la distingue fort nettement de sa congénère. Il est à remarquer que les *Axiopsis* habitent ordinairement la zone sublittorale, mais qu'ils deviennent parfois subabyssaux dans la mer des Antilles où ils sont représentés par les deux espèces précédentes et par l'*A. defensus* Rathb. Cette dernière espèce fut trouvée à 15^{m} de profondeur près de Porto-Rico, tandis que l'*A. longipes* habite les fonds de 200^{m} aux Barbades.

Sous le nom de *Metaxius*, je crois devoir établir un nouveau genre pour une forme très spéciale capturée à Santa-Cruz par 115 brasses de profondeur. Cette forme se rapproche évidemment beaucoup des *Paraxius*, mais elle s'en distingue par ses yeux non décolorés, et par ses maxillipèdes postérieurs dont le propodite est dilaté en une large lame suivie d'un doigt court et étroit. Malgré leur pigmentation noire fort intense, les yeux sont très réduits et occupent la pointe de pédoncules oculaires en forme de cône, d'où le nom de *Metaxius microps* que j'attribue à la nouvelle espèce. Ainsi, le groupe des Thalassinidés subabyssaux nous montre les deux processus au moyen desquels s'atrophie l'organe de vision dans les profondeurs : par dépigmentation de la cornée comme dans les *Eiconaxius* et les *Paraxius*, par une réduction excessive de l'organe visuel comme dans la forme qui nous occupe. Le *M. microps* a un rostre triangulaire et aigu nettement caréné sur sa face dorsale, une pince gauche dont les doigts sont inermes, croisés et plus courts que la portion palmaire, des épimères abdominaux obtus et un telson aussi large qu'allongé.

Le genre *Calocaris* est également représenté dans la mer des Antilles, mais par une forme très anormale où la carène typique fait totalement défaut en arrière de la suture cervicale, comme dans les *Axiopsis*. En raison

de ce caractère spécial, je désignerai la forme nouvelle sous le nom de *C. aberrans*. Ce Thalassinidé fut pris par le *Blake* aux environs de Sainte-Lucie, à 422 brasses de profondeur; il est complètement aveugle, avec des pédoncules oculaires larges et aplatis en avant, qui dépassent à peine le bord antérieur de la carapace; le rostre, triangulaire et étroit, porte trois paires d'épines sur ses bords qui se continuent sur la carapace par une courte carène armée elle-même d'une forte dent aiguë; les pédoncules antérieurs sont dépourvus d'épine, mais présentent un petit acicule styliforme; les épimères abdominaux sont larges et ressemblent totalement à ceux des *Axiopsis*. Cette forme intéressante tient à la fois des *Calocaris* et des *Axiopsis;* on sait du reste que le premier de ces genres n'était représenté jusqu'ici que par deux espèces : le *C. Macandreæ* Bell, qui se trouve en Europe et dans les Indes, et le *C. Alcocki* Mc Ardle, qui paraît propre à cette dernière région.

Callianassidés. — Le dernier représentant de la collection est une Callianasse du sous-genre *Callichirus* et très probablement le *C. marginatus* signalé par M[lle] Mary Rathbun dans les eaux de Porto-Rico. L'unique spécimen de cette forme fut capturé aux Barbades par 90 brasses de profondeur; il n'a plus que sa pince droite qui est très grande, avec des doigts croisés beaucoup plus longs que la portion palmaire.

En résumé, le groupe des Thalassiniens, qui paraissait jusqu'ici assez pauvrement représenté dans la mer des Antilles, y compte en fait un assez grand nombre d'espèces, soit, à très peu près, onze Axiidés et onze Callianassidés. On n'ignore pas que les Axiidés habitent pour la plupart les eaux profondes et les Callianassidés le voisinage du littoral; l'exàmen des formes capturées par le *Blake* justifie complètement cette règle, car il nous fait connaître huit Axiidés nouveaux, tous localisés dans des profondeurs moyennes; et, comme les Axiidés représentent les formes primitives du groupe, on peut croire que l'évolution de ce dernier a pour corollaire une migration vers le littoral.

Il n'est pas étonnant de constater que les Axiidés caraïbes se rattachent étroitement aux espèces du Pacifique, mais on est surpris de ne trouver qu'un très petit nombre d'espèces de la famille dans les régions tropicales et tempérées de l'Atlantique oriental : deux ou trois espèces tout au plus, dont une seulement subabyssale (le *Calocaris Macandreæ*).

Comment interpréter le faible développement de cette faune spéciale, qui est remarquablement riche aux Antilles et surtout dans la région indo-

pacifique? Faut-il recourir à l'hypothèse d'une migration qui aurait eu pour centre cette dernière zone océanique et qui se serait heurtée vers l'ouest au continent africain; ou bien doit-on croire que les Axiidés de l'Atlantique oriental ont échappé, pour la plupart, aux recherches des zoologistes. Cette dernière hypothèse me paraît peu probable, étant données les campagnes nombreuses effectuées au voisinage des côtes marocaines et soudanaises par le *Travailleur*, le *Talisman* et la *Princesse-Alice*. Mais il est bon de rappeler pourtant que ces expéditions explorèrent surtout les abysses, et qu'il conviendrait, avant de conclure, d'étudier, dans ces régions, les profondeurs peu considérables qui sont celles qu'affectionnent avant tout les Axiidés.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les attitudes de quelques animaux tertiaires de la Patagonie*. Note de M. **Albert Gaudry**.

J'ai entrepris des recherches sur les attitudes qu'ont dû avoir de leur vivant quelques-uns des Mammifères fossiles de la Patagonie. Ces recherches peuvent donner une idée de l'aspect du monde animal dans l'Antarctique; car sans doute la Patagonie est une portion de ce fameux Antarctique que l'on s'efforce tant de découvrir; s'il en était autrement, son histoire paléontologique serait incompréhensible. Mon travail est basé surtout sur les admirables collections que M. André Tournouër a rapportées au Muséum.

Les bêtes de Patagonie que j'ai particulièrement étudiées ont eu des attitudes rectigrades, digitigrades et plantigrades.

L'énorme *Pyrotherium* était un rectigrade. Ses membres étaient des sortes de colonnes disposées pour ne pas fléchir sous le poids du corps. Le tibia ne tournait pas sur l'astragale; cet os avait une facette naviculaire tellement inclinée en dessous que le pied se dirigeait en bas; ainsi il formait une ligne presque droite avec le reste du membre. Cette disposition rectigrade rappelait, au train de derrière, les Éléphants et surtout le *Dinotherium*. Mais les membres de devant différaient complètement de ceux des Proboscidiens, car ils étaient si raccourcis que la tête devait être inclinée vers le sol, au lieu que les Proboscidieus, chez lesquels les membres de devant sont très élevés, tiennent la tête haute; ils ne sont pas obligés de la baisser, puisqu'ils ont une trompe, adroite servante qui leur apporte tout ce dont ils ont besoin. *Pyrotherium* n'avait pas de trompe. Il paraît spécial à l'étage du Deseado.

Astrapotherium était plus grand que *Pyrotherium;* il atteignait presque les dimensions de *Mastodon angustidens.* C'était un type de Rectigrade beaucoup moins accentué. Ses membres de devant étaient plus élevés. Ils étaient cependant très différents de ceux des Proboscidiens; tandis que, chez ces derniers, l'humérus repose surtout sur le cubitus, et que, chez *Pyrotherium,* il reposait surtout sur le radius, chez *Astrapotherium,* il reposait en même temps sur le radius et sur le cubitus. L'attitude du quadrupède de Patagonie avait peut-être de la ressemblance avec celle du *Dinoceras* des États-Unis, quoique la tête présentât des différences considérables. Comme le géant du Wyoming, le géant du Deseado et du Coli-Huapi avait des pieds courts et massifs.

A côté de ces animaux qui donnaient de la majesté aux faunes de Patagonie, il y en avait qui leur donnaient un peu d'animation : c'étaient des Digitigrades coureurs (*Theosodon*) dont les membres étaient très flexibles; le tibia tournait facilement sur l'astragale en même temps que le péroné tournait sur le calcanéum; les os étaient allongés et amincis; il n'y avait plus que trois doigts. Chez *Diadiaphorus,* les doigts latéraux étaient très atténués. Chez *Proterotherium,* ils l'étaient encore plus que dans le Cheval. Les deuxième et quatrième métacarpiens, les deuxième et quatrième métatarsiens de nos Solipèdes ont un certain développement, au lieu qu'ils étaient tout à fait rudimentaires dans *Proterotherium.* Cet animal avait donc, plus qu'aucun autre, le droit d'être appelé Solipède; cependant, bien qu'il eût peut-être les mêmes allures, il était si différent des Solipèdes de nos pays qu'il n'a certainement pas eu de liens de parenté avec eux. C'était d'ailleurs une petite bête, moindre qu'un Chevrotain. Les Digitigrades ont eu une importance secondaire.

Les Plantigrades sont les quadrupèdes qui ont joué le principal rôle en Patagonie. En même temps qu'ils s'appuyaient sur la plante de leurs pieds de derrière, ils se servaient de leurs membres de devant pour fouir ou saisir. Leurs radius restaient en demi-supination sur les cubitus, ainsi que dans les Carnivores, les Rongeurs, et, comme eux, ils pouvaient saisir en rapprochant leurs deux pieds de devant. Ces animaux ont formé de grands troupeaux; *Colpodon* est le genre le plus commun dans le Deseado et le Coli-Huapi; *Nesodon* est le genre le plus répandu dans le Santacruzien. Ils atteignaient l'un et l'autre la taille d'un Ours brun avec des formes plus épaisses. *Homalodontherium* était presque aussi fort que *Mastodon angustidens;* c'était un meilleur préhenseur que les autres; on peut croire que, avec ses pieds postérieurs, il lançait en arrière, comme le Blaireau, la terre

qu'il avait détachée avec ses pieds de devant. Cette énorme bête était très extraordinaire.

On voit par ces remarques combien l'aspect des campagnes de la Patagonie devait être différent de celui des campagnes de notre hémisphère. Dans l'ancien Continent, à l'époque miocène comme de nos jours, les Solipèdes et les Ruminants, en troupes immenses, couraient sur les pointes de leurs pieds, montrant une légèreté, une vivacité infinies. En Patagonie et sans doute dans le Continent antarctique, il y avait à côté des *Pyrotherium* et des *Astrapotherium* des troupeaux composés surtout de Plantigrades qui devaient offrir des spectacles moins animés.

Il serait intéressant de chercher si les marcheurs sont devenus des préhenseurs, si les Rectigrades se sont changés en Digitigrades, Plantigrades. L'étude de ces questions exige des détails minutieux. J'en donne quelques-uns dans un Mémoire accompagné de nombreuses figures que j'aurai prochainement l'honneur de présenter à l'Académie.

GÉOLOGIE. — *L'évolution du relief terrestre.*
Note de **A. de Lapparent.**

En présentant à l'Académie la cinquième édition de mon *Traité de Géologie*, je crois opportun d'appeler l'attention sur les enseignements qui découlent de la série, entièrement remaniée, des esquisses *paléogéographiques* jointes à cet Ouvrage.

Lorsqu'il y a cinq ans, en publiant l'édition précédente, j'ai, pour la première fois, risqué un essai systématique de représentation des rivages aux diverses époques géologiques, je ne me dissimulais à aucun degré combien cette tentative pouvait sembler prématurée, vu l'insuffisance des documents sur lesquels il avait fallu asseoir les tracés. Ceux-ci n'étaient, dans ma pensée, que de grossières ébauches, et leur publication devait surtout servir à provoquer, de divers côtés, des rectifications qui permettraient de les améliorer. Aussi, à peine avaient-ils paru que je constituais, pour chacun d'eux, un dossier de corrections, d'abord en cherchant à recueillir toutes les données positives qui avaient pu m'échapper; ensuite en ne négligeant aucune des informations nouvelles que le progrès des explorations pourrait apporter.

A cet égard, les circonstances ont été exceptionnellement favorables depuis cinq ans. Une pléiade de voyageurs ont parcouru en géologues les

contrées demeurées jusqu'ici les moins accessibles. De la Sibérie, de l'Asie centrale, de l'Himalaya, de l'Indo-Chine, de la Perse, de Madagascar, de l'Afrique orientale, du Soudan, du Maroc, des Cordillères argentines ou boliviennes, des déserts américains, des Montagnes Rocheuses, de l'Alaska, des terres arctiques, enfin du continent austral, il nous est arrivé, dans cet intervalle, plus de données précises qu'on n'en avait recueillies durant les vingt-cinq années précédentes. Jamais donc l'opportunité d'une refonte des esquisses ne pouvait être plus manifeste.

En entreprenant ce travail, j'ai pensé que le moment était venu d'introduire, au profit de la Géologie, un changement radical dans le mode de représentation de la surface terrestre. Jusqu'ici, pour tous les essais de ce genre, on avait utilisé la projection de Mercator, qui offre l'avantage de renfermer, dans un même cadre, l'ancien monde et le nouveau. Mais cette projection, très commode pour les marins, en vue desquels elle a été imaginée, correspond très mal aux besoins des géologues. Si elle représente, presque sans altération, les parties des océans où s'effectue la plus grande partie de la navigation courante, en revanche elle déforme sensiblement les latitudes tempérées froides, qui, pour l'hémisphère boréal, contiennent la majeure partie de la terre habitable; et d'autre part elle rend impossible le figuré des régions polaires.

Or, pour longtemps au moins, les surfaces couvertes par l'océan demeureront un mystère pour les géologues, qui ne peuvent tirer leurs informations que de la terre ferme. Par surcroît, il se trouve que la zone arctique a fourni, dans ces derniers temps, des données géologiques aussi nombreuses qu'intéressantes; même le voisinage du pôle antarctique est venu, à son tour, apporter son utile contingent. La projection de Mercator ne convient aucunement à l'enregistrement de ces nouveautés. Ce qu'il faudrait à la Géologie, c'est un figuré où tout serait sacrifié à la représentation de ce qu'on peut appeler le bloc de la terre ferme, et où les deux pôles ne seraient pas rejetés aux limites du cadre.

Cet idéal est d'ailleurs très facile à réaliser. Il y a longtemps qu'on a fait la remarque qu'un plan diamétral, parallèle à l'horizon d'un point pris à volonté dans le triangle défini par Blois, Londres et Berlin, divise le globe en deux hémisphères, dont l'un comprend presque toute la terre ferme, c'est-à-dire l'Europe, l'Asie, l'Afrique, l'Amérique du Nord et la moitié de l'Amérique du Sud, tandis qu'à l'autre, presque exclusivement océanique, appartiennent seulement l'Australie et la partie sud du continent brésilien. L'*Atlas physique* de Berghaus contient une mappemonde construite d'après

ce principe et où l'on peut constater que les masses continentales, parfaitement groupées autour du nouveau pôle choisi, ne subissent qu'une déformation insignifiante.

C'est cette mappemonde que j'ai adoptée pour y tracer les anciens rivages, après avoir remarqué qu'en plaçant l'hémisphère continental au milieu d'un cadre rectangulaire, de dimensions imposées par le format du livre, il était facile d'y ajouter, à droite et à gauche, deux croissants, presque équivalents chacun à la moitié d'un cercle, et dont l'un contient la seconde partie de l'Amérique du Sud, tandis que sur l'autre apparaissent l'Australie et la Nouvelle-Zélande.

A ceux donc qui ne redoutent pas de voir l'équateur apparaître sous la forme d'une sinusoïde, ce mode de représentation permet de grouper, autour de son véritable centre, et presque sans discontinuité, toute la terre ferme à peine déformée.

On jugera des avantages de la nouvelle méthode, en comparant entre elles les esquisses paléogéographiques successives, surtout celles qui ont trait aux terrains les plus anciens ou paléozoïques. En effet, ce simple rapprochement met en évidence des faits que l'ancien mode de figuré eût été impuissant à faire ressortir, et dont le principal est *la permanence de la mer arctique à travers les âges*. Cette mer, dont l'expédition du *Fram* a si bien mis en lumière l'étendue et la grande profondeur, paraît avoir existé dès les premiers moments de la formation de l'écorce sédimentaire.

Si, à quelques époques, elle a pu subir un certain rétrécissement, qui fait qu'on perd momentanément sa trace, faute de terres susceptibles d'offrir des affleurements entre les rivages actuels et le pôle, de suite après on en revoit les vestiges authentiques. C'est donc un des traits les plus anciens et les mieux persistants de la Géographie.

Il en est de même de la dépression méditerranéenne, qui traverse les continents en écharpe, mais vient se fermer aujourd'hui à la rencontre de l'Asie; tandis qu'on sait que, pendant tous les temps secondaires et même depuis le carboniférien, elle se poursuivait de l'Europe au Pacifique à travers la région même où se dressent les cimes de l'Himalaya. Ce bras de mer transasiatique, la *Tethys* de M. Suess, a subi un resserrement progressif entre les deux mailles de l'étau formé, d'un côté par l'Eurasie, de l'autre par l'Indo-Afrique. Or, les explorations de ces dernières années nous mettent en mesure d'affirmer que, contrairement à l'idée jusqu'ici acceptée, la *Tethys* devait exister, comme la mer arctique, dès l'époque cambrienne.

En résumé, l'impression qui se dégage, quand on considère la série des esquisses paléogéographiques, à la faveur du nouveau canevas adopté, est celle d'une grande unité dans l'histoire du relief terrestre. Rien ne paraît moins propre que la suite de ces dessins à accréditer l'idée de changements notables qui auraient pu survenir dans la position de l'axe du globe; les détails de la surface semblent s'être développés progressivement, toujours en conformité d'un plan primitif, ne subissant, d'une époque à la suivante, que des modifications d'ordre secondaire.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz*. Note de M. **P. Duhem**.

Dans une Note récente (¹) M. Gyözö Zemplén s'est proposé de prouver qu'un gaz ne peut transmettre une onde de choc *négative*, c'est-à-dire une onde *de dilatation*.

Pour arriver à ce résultat, M. Gyözö Zemplén invoque la « chaleur du frottement interne entre les parties du gaz dotées de vitesses différentes aux deux côtés de l'onde ».

Je voudrais, à ce sujet, rappeler une proposition que j'ai démontrée sommairement dans une Note présentée à l'Académie (²), puis, plus complètement, dans mes *Recherches sur l'Hydrodynamique* (³).

Cette proposition est la suivante :

Au sein d'un fluide doué de frottement interne ou de viscosité, et pourvu que l'on regarde comme générales les expressions des actions de viscosité reçues dans le cas où les dérivées partielles des composantes de la vitesse ne surpassent pas certaines limites, aucune onde de choc ne peut se propager.

Si l'on tient compte de cette proposition, il semblera peu logique de faire intervenir le frottement interne dans la discussion d'un problème quelconque relatif aux ondes de choc.

(¹) Gyözö Zemplén, *Sur l'impossibilité des ondes de choc négatives dans les gaz* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 710; séance du 6 novembre 1905).

(²) *De la propagation des discontinuités dans un fluide visqueux* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 658; séance du 18 mars 1901).

(³) *Recherches sur l'Hydrodynamique*, 1re série, 2e Partie, Ch. I, § 5, p. 89; Paris, 1903.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les graines de* Sphenopteris, *sur l'attribution des* Codonospermum *et sur l'extrême variété des « graines de fougères »*. Note de M. **Grand'Eury**.

I. En Bretagne, à Mouzeil, dans les assises charbonneuses contemporaines des *lower coal-Measures* où MM. Scott, Oliver, N. Arber, D. White ont découvert des graines en rapport avec des fougères, j'ai rencontré, l'été dernier, dans les schistes des première et deuxième couches actuellement en exploitation, un très grand nombre de petites graines associées aux *Sphenopteris Dubuissonis* Br., *elegans* Br., *dissecta* Br., etc. Aux mines de Montrelais je n'ai trouvé qu'un *Sphenopteris,* et des graines qu'avec cette fougère. Des deux côtés, la présence des graines est subordonnée à celle des *Sphenopteris,* il n'y en a pas ou presque pas avec les *Lepidodendron* et *Stigmaria* formant avec de petites Calamariées les neuf dixièmes de la végétation fossile.

Dans ces circonstances exceptionnellement avantageuses, j'ai pu rattacher ces graines à ces fougères par les liaisons suivantes : d'abord, nombre de ces graines ont la faible dimension et le sommet en forme de pyramide ou de cône très surbaissé du *Lagenostoma Lomaxi* Will. identifié au *Sph. Höninghausi* Br. lequel se rapproche beaucoup du *Sph. Dubuissonis,* l'espèce la plus nombreuse de Mouzeil ; la surface des stipes principaux de cette dernière espèce est, d'autre part, maillée comme celle des *Lyginodendron* auxquels a été raccordé le *Lagenostoma* ci-dessus. De plus, j'ai réussi à découvrir les mêmes graines entourées chacune à la base de six languettes écartées analogues aux soi-disant sporanges du *Calymmatotheca Stangeri* Stur, proche parent et de plus contemporain du *Sph. Dubuissonis;* et la preuve la plus directe que ces graines proviennent des *Sphenopteris* est que les cupules formées par ces languettes sont situées à l'extrémité élargie de longs et grêles pédicelles semblables aux dernières ramifications de certains de leurs stipes.

Sur un échantillon, lesdites languettes sont appliquées contre les graines, simulant ainsi un fruit comme le *Lagenostoma Sinclairi* Kid [1]; sur un autre échantillon elles sont soudées entre elles jusqu'au sommet de la graine à laquelle elles constituent une enveloppe fermée.

---

[1] N. Arber, *Proceedings of the Royal Society,* 1905, p. 251.

Par suite de leur configuration très obtuse au sommet et des lignes de suture qui en rayonnent, les graines, écrasées entre les lames de schiste, sont la plupart, à cette extrémité, ouvertes, lobées ou dentelées. Parmi ces graines réellement plus nombreuses que d'ordinaire, on peut distinguer : 1° des graines oblongues sillonnées suivant la longueur; 2° des graines à douze côtes partant du sommet; 3° des graines quatre fois plus grandes ayant une base très charnue et formées de six valves en partie disjointes; 4° des petites graines ellipticocylindriques lisses, etc.

Dans le Westphalien il y a des graines pareilles à ces dernières, au milieu de beaucoup d'autres qui, quoique différentes de celles de Mouzeil, paraissent aussi provenir de fougères sphénoptéroïdes variées que jusqu'ici l'on n'a pas trouvées fructifiées; elles se rencontrent dans les mêmes dépôts qu'elles, et une preuve, d'une portée générale, qu'elles appartiennent tout au moins à des fougères, c'est que, sur les terris de plus de 25 fosses du nord de la France et de la Belgique, j'ai en vain recherché d'autres plantes qui les aient pu porter.

Ces graines, à séparer de celles de Névroptéridées, sont très disparates quoique généralement rondes. Quelques-unes anguleuses confinent cependant aux graines de Névroptéridées, et l'on ne saurait s'en étonner lorsqu'on voit par exemple le *Sph. trifoliolata* Br. ressembler à ces dernières fougères par de nombreuses pinnules non lobées recouvertes de nervures très serrées, et par des stipes aulacoptéroïdes.

A Saint-Étienne il y a aussi des graines ellipticocylindriques, autres que les *Stephanospermum* Br. dont l'attribution reste à faire.

II. Le *Codonospermum anomalum* Br., une des plus singulières graines silicifiées de Grand'Croix, est, en empreintes, nombreux et répandu, du moins à Saint-Étienne. Muni d'une vessie natatoire, il est dispersé gisant avec toute sorte de fossiles. Toutefois on le trouve de préférence dans les roches occupées par des *Doleropteris* Gr., et comme avec cela cette graine à huit pans est assez souvent associée à ces feuilles, elle me paraît devoir s'y rapporter au moins autant que les disques à tubes polliniques qu'on leur a rapportés. Ces feuilles, nageantes comme celles des *Nymphœa,* sont d'ailleurs aussi communes que ces graines. Or, quoique plus grands, les *Doleropteris* ne sont pas sans ressembler à certaines feuilles stipales à bord entier de Névroptéroïdées westphaliennes, et il est probable que les plantes en question ne sont pas bien éloignées des « fougères à graines », auxquelles MM. Scott et Oliver ont donné le nom collectif de Ptéridospermées.

III. La multiplicité et la diversité des graines que j'ai rattachées à beau-

coup de fougères du terrain houiller, montrent, conjointement avec les recherches que vient de résumer M. Zeiller ([1]), que les « fougères à graines », dont on n'aurait osé parler il y a trois ans, forment une classe de plantes aux formes de fougères, mais que la complexité de leurs graines élève au niveau des Cycadées.

Plus on étudie ces graines tant à l'état silicifié qu'à l'état d'empreintes, plus on en voit se multiplier les formes et varier les rapports avec les feuilles. A celles rapprochées des Névroptéridées et insérées sur deux rangs à des rachis spéciaux, à celles des *Sphenopteris* isolées au bout des dernières ramifications de stipes modifiés, à celles du *Pecopteris Pluckeneti* suspendues comme des sporanges au-dessous de feuilles non modifiées, s'ajoutent tant d'autres types que l'on a peine à trouver, à titre de plantes-mères, assez de fougères dont la fructification cryptogamique n'a pas été constatée. (Leur nombre vient encore de s'augmenter d'un groupe nombreux de graines silicifiées rondes sphériques, à testa très mince sans lignes de suture, qu'on trouve en empreintes avec des fougères particulières). Spécialement à Saint-Etienne, dans un même système de dépôts, il paraît bien y avoir autant de types de graines que d'espèces de feuilles, et, d'un étage à un autre, plus de changement dans les graines que dans les feuilles. Si l'on descend dans les détails, on voit faire face à la série continue des *Alethopteris* une série d'au moins cinq types de *Trigonocarpus* plus différents encore de structure que de forme, à ce point que deux *Trigonocarpus* de même forme ont une organisation génériquement différente; au genre *Nevropteris* correspondent des graines striées, ailées et peut-être même rondes. Dans l'état actuel de nos connaissances, il me paraît bien en somme y avoir deux à trois fois plus de genres de graines que de genres de feuilles, ce qui serait déconcertant si l'anomalie était limitée aux Ptéridospermées.

Mais chez les Cordaïtées on a vu ([2]) que la disproportion est encore plus accentuée. Les épis de fructification des Calamariées sont aussi plus hétéromorphes que les organes peu variés de ces végétaux. Aux véritables *Pecopteris*, si uniformes, sont suspendues plus de cinq combinaisons de sporanges. L'anomalie paraît ainsi générale, conférant à la flore houillère une certaine autonomie que confirment d'autres singularités : des Gymnospermes herbacées et palustres (qu'étaient les « fougères à graines »); des graines ayant mûri sans avoir été fécondées (toutes les graines silicifiées étudiées sont dans ce cas); des Equisétinées à bois dense et épais; une masse énorme de Marattiacées au port des fougères en arbres; des hautes futaies de Lycopodiacées; etc.

([1]) *Revue générale des Sciences*, 1905, p. 718.
([2]) *Comptes rendus*, 1905, p. 997.

Touchant l'importance quantitative des Ptéridospermées, je suis en mesure de dire que, dans le Stéphanien, les fougères de toutes espèces forment la moitié de la végétation et les Névroptéridées le quart. Dans le Nord et le Pas-de-Calais, la proportion des fougères est moins grande, il y en a peu dans les couches inférieures, on n'en trouve presque pas à Aniche; les Névroptéridées y dominent de beaucoup par le nombre, et diverses autres fougères ont également porté des graines. Dans la Basse-Loire, les fougères qui me sont tombées sous les yeux m'ont paru toutes avoir produit des graines.

M. A. Calmette fait hommage à l'Académie du premier Volume de ses *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Cours de Chimie physique*, par Victor Henri. (Présenté par M. Dastre.)

2° *Catalogue des plantes nouvelles de la forêt de Rambouillet*, par Mlle Marguerite Belezé. (Présenté par M. Chatin.)

3° *Les grandes plâtrières d'Argenteuil*, par Aug. Dollot, P. Godbille et G. Ramond. (Présenté par M. A. de Lapparent.)

ASTRONOMIE. — *Sur l'observation de l'éclipse totale du* 30 *août* 1905 *à Alcosebre* (*Espagne*). Note de M. G. Millochau, présentée par M. J. Janssen.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 9 octobre 1905, p. 586), j'ai décrit les appareils que j'ai employés pour l'observation de l'éclipse du 30 août 1905 et indiqué les résultats obtenus; j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui, à l'Académie, ces résultats et les remarques que m'a suggérées un examen sérieux.

Le télespectrographe réglé pour la portion visible du spectre aurait dû donner une image monochromatique simple, dans chaque radiation, de la portion du bord solaire projetée sur la fente largement ouverte; or les images obtenues sont doubles, l'une des composantes environ deux ou trois fois moins intense que l'autre.

Des essais de laboratoire m'ont montré que ce dédoublement est dû à l'imperfection optique de l'écran coloré formé d'une simple plaque photographique du commerce, dont la gélatine, rendue transparente par fixage, avait été teintée avec de la chrysoïdine en solution alcoolique.

Ces images doubles n'ont d'ailleurs d'inconvénients qu'au point de vue du coup d'œil; elles présentent l'avantage d'éliminer plus sûrement les défauts photographiques qui pourraient être confondus avec des effets dus au phénomène observé.

La position de l'écran avait été choisie pour éviter toute déformation des images, dans le spectroscope lui-même, à partir de la fente.

Dans l'épreuve n° 1 (Croissant chromosphérique au deuxième contact), un effet physiologique dû à la crainte de laisser échapper le phénomène me fit agir sur l'obturateur environ un dixième de seconde avant que le spectre des derniers Baily's Beads eût disparu.

Cette épreuve, qui a posé 4 secondes environ, montre la raie verte coronale et le spectre continu de la couronne, faibles. Les raies de la couche renversante y figurent sous la forme de pointes.

Pour l'épreuve n° 2, l'exposition a commencé 40 secondes après le deuxième contact; à ce moment la chromosphère était déjà complètement masquée par la Lune; la pose a cessé 2 minutes 30 secondes après ce contact.

Elle montre le spectre de trois protubérances brillantes situées à l'est du Soleil et le spectre de la couronne.

Le spectre des protubérances se compose principalement des raies de l'hydrogène et de l'hélium qui ont pour longueur un peu moins de la hauteur du spectre.

Le spectre de la couronne se compose de la raie verte λ 530, seule raie coronale visible de c à h, région du spectre pour laquelle l'épreuve est obtenue dans de bonnes conditions, et d'un spectre continu ayant fortement impressionné la plaque.

L'aspect de l'épreuve indique que les raies de l'hydrogène et de l'hélium ne sont pas coronales, car il n'y a aucune trace d'impression photographique dans la partie de ce spectre symétrique de celle occupée par les protubérances.

L'épreuve n° 3 (croissant chromosphérique au troisième contact) a posé environ 12 secondes, les spectres de la chromosphère de la couche renversante et de la couronne y figurent tous trois.

L'image de la couronne dans la raie verte complète celle de l'épreuve précédente.

On y voit une plage lumineuse mince, plus brillante que le reste, de 2',5

de haut et qui a été observée oculairement et décrite par M. Stefanik (*Comptes rendus*, 9 octobre 1905, p. 585).

Cette plage brillante se retrouve sur une photographie de la couronne intérieure, obtenue par M. Pasteur, son aspect semble indiquer l'existence d'un jet tangent au Soleil et dont l'axe longitudinal était dans la direction de la Terre.

Toutes les portions les plus brillantes de la couronne intérieure ont leur correspondance dans l'image obtenue avec la raie verte et produisent aussi un renforcement du spectre continu.

La couche renversante ayant été obtenue dans de bonnes conditions, la longueur des croissants pouvait donner une indication sur la hauteur de la partie de l'atmosphère solaire qui les produit.

Tous les croissants obtenus ont la même hauteur, qui correspond à une couche concentrique au bord solaire de 0″, 7.

Je me proposai, dans cette éclipse, d'examiner soigneusement, au chercheur télespectroscopique, les phases de l'apparition et de la disparition de la chromosphère et de la couche renversante.

J'ai déjà exposé ce que j'avais vu au deuxième contact.

Au troisième contact, la formation du croissant chromosphérique fut si rapide que j'eus l'impression qu'elle avait été instantanée. Au bout de $10^s + 0^s, x$, le premier point de la couche renversante apparut, un croissant se forma et augmenta de hauteur progressivement.

J'arrêtai la pose au moment où les croissants me parurent aussi grands qu'au deuxième contact; un dixième de seconde après, le premier rayon solaire apparaissait.

Le temps mis par la Lune à démasquer la chromosphère donne, pour la hauteur de celle-ci, de 3″ à 4″.

Les croissants brillants de la couche renversante me parurent tous avoir, dans le télespectroscope, la même hauteur, et ne différer que par leur éclat.

Il résulte de ces remarques que la distinction faite par les premiers observateurs du spectre éclair entre la chromosphère et la couche renversante est peut-être plus absolue qu'on ne pourrait le croire et qu'il semble exister deux couches atmosphériques solaires bien distinctes : la couche renversante ayant environ 1″ de hauteur et la couche chromosphérique de 3″ à 4″.

La différence de hauteur entre les divers croissants, dans les épreuves photographiques obtenues jusqu'ici avec les chambres prismatiques, est peut-être due surtout à des différences d'action photographique, les crois-

sants de faible éclat n'impressionnant la plaque que dans leur partie centrale.

Les longueurs d'onde des raies, mesurées sur les épreuves, seront données ultérieurement.

J'ai comparé le spectre continu dû à la couronne à un spectre obtenu avec le même spectrographe et les mêmes plaques en projetant sur la fente maintenue à la même ouverture, la lumière diffuse du ciel (pose 20^s à 90° du Soleil), ces photographies ayant à peu près la même intensité générale.

Pour éliminer les effets dus à la sensibilité variable des plaques pour les diverses radiations, cette comparaison a été faite par l'intermédiaire d'une échelle de teintes, obtenue en photographiant des couches superposées croissantes de papier transparent, et les résultats traduits par des courbes.

L'examen de ces courbes montre que le spectre continu de la couronne présente, par rapport à celui de la lumière diffuse, une région plus intense de λ 470 à λ 600 avec maximum vers λ 550.

L'intensité relevée sur les photographies à l'échelle de teintes est, pour l'épreuve de la couronne, les $\frac{8}{6,5}$ de celle de la lumière diffuse pour λ 545, cette intensité étant 1 pour λ 490, et $\frac{6}{5}$ pour λ 600.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Formule d'interpolation des fonctions périodiques continues.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Émile Picard.

M. Borel a démontré le théorème suivant :

On peut former une fois pour toutes des polynomes $M_{p,q}(\theta)$ *jouissant de la propriété suivante : Quelle que soit la fonction* $f(\theta)$, *continue dans l'intervalle* $(0, 2\pi)$, *on a*

$$f(\theta) = \lim_{q=\infty} \sum_{p=0}^{p=q} f\left(\frac{2p\pi}{q}\right) M_{p,q}(\theta), \tag{1}$$

la convergence ayant lieu uniformément de 0 *à* 2π.

Dans le cas où $f(\theta)$ est périodique, il y aurait avantage à remplacer les $M_{p,q}$ par des fonctions continues simples de même période que $f(\theta)$.

J'y suis arrivé en employant exactement le même mode de raisonnement que M. Borel et en modifiant seulement les fonctions $\varphi_{p,q}$ qu'il utilise pour

sa démonstration [1] de façon à les rendre périodiques. On peut ainsi les représenter approximativement par *des suites finies de Fourier* $S_{p,q}(\theta)$ *de période* 2π, *choisies une fois pour toutes* et l'on a alors la proposition suivante :

Si $f(\theta)$ *est une fonction continue de période* 2π, *on a* [2]

$$(2) \qquad f(\theta) = \lim_{q=\infty} \sum_{p=1}^{p=q} f\left(\frac{2p\pi}{q}\right) S_{p,q}(\theta),$$

la limite étant uniforme. Si $f(\theta)$ est continue de o à 2π sans être périodique, on a

$$F(\theta) = \lim_{q=\infty} \sum_{p=1}^{p=q} F\left(\frac{2p\pi}{q}\right) S_{p,q}(\theta)$$

en désignant par $F(\theta)$ la fonction qui est égale à $\frac{f(0)+f(2\pi)}{2}$ pour $\theta = 0$ ou 2π et qui est égale à $f(\theta)$ pour toute autre valeur de θ. Dans ce cas, la convergence n'est uniforme que dans tout intervalle intérieur à $(0, 2\pi)$.

Outre l'avantage évident que présente l'emploi de la formule (2) dans le cas des fonctions périodiques, j'y vois encore celui de pouvoir donner *une forme complètement explicite des fonctions* $S_{p,q}(\theta)$.

On peut, en effet, prendre en particulier

$$S_{p,q}(\theta) = \frac{1}{q} + \frac{2q}{\pi^2} \sum_{n=1}^{n=q} \left(\frac{\sin\frac{n\pi}{q}}{n}\right)^2 \cos n\left(\theta - \frac{2p\pi}{q}\right).$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les développements en fractions continues de la fonction* $F(h, 1, h', u)$ *et la généralisation de la théorie des fonctions sphériques*. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Émile Picard.

Sous la seule condition que la série $f = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$ satisfasse *formellement* à l'équation

$$(\beta_1 + \beta_0 x) x \frac{df}{dx} - (\beta_1 - \alpha_1 - \alpha_0 x) f = (\alpha_1 - \beta_1) a_0,$$

---

[1] Voir Borel, *Leçons sur les fonctions de variables réelles*, 1905.

[2] Observer qu'ici la première valeur de p est 1 et non pas o comme dans (1).

le dénominateur $V_{\mu\nu}$ de la réduite (μ, ν), en supposant $\mu \leqq \nu + 1$, est une solution de l'équation (*Comptes rendus*, 6 novembre 1905)

$$(\beta_1 + \beta_0 x) x \frac{d^2 y}{dx^2} - \{\alpha_1 + (\mu + \nu - 1)\beta_1 + [\alpha_0 + (\mu + \nu - 1)\beta_0] x\} \frac{dy}{dx} + \mu(\alpha_0 + \beta_0 \nu) y = 0.$$

Supposons β_0 *et* β_1 *différents de zéro.* En faisant le changement de variable $\beta_0 x + \beta_1 u = 0$, et posant $\alpha_0 = h\beta_0$, $\alpha_1 = h'\beta_1$, le résultat précédent prend cette forme : *le dénominateur* $V_{\mu\nu}$ *de la réduite* (μ, ν), $\mu \leqq \nu + 1$, *de la fonction hypergéométrique* $F(h, 1, h', u)$ *satisfait à l'équation différentielle*

$$(1) \quad \left\{ \begin{array}{l} u(1-u) \dfrac{d^2 y}{du^2} \\ \quad + [-h' - \mu - \nu + 1 - (-h - \mu - \nu + 1)u] \dfrac{dy}{du} - \mu(h + \nu) y = 0. \end{array} \right.$$

Aux racines o et $h' + \mu + \nu$ de l'équation déterminante de cette équation, pour $u = 0$, correspondent, en supposant que h' ne soit pas entier, les deux solutions

$$F(-\mu, \ -h - \nu, \ -h' - \mu - \nu + 1, \ u),$$
$$u^{h'+\mu+\nu} F(h' + \nu, \ h' - h + \mu, \ h' + \mu + \nu + 1, \ u),$$

qui fournissent tous les éléments des développements en fractions continues de la fonction $F(h, 1, h', u)$.

La première de ces solutions est le polynome $V_{\mu\nu}$.

La recherche des relations de récurrence qui existent entre les termes de trois réduites consécutives quelconques d'une fraction continue holoïde de $F(h, 1, h', u)$ revient ainsi au calcul des relations entre trois fonctions $F(\xi, \eta, \zeta, u)$ où les trois premiers éléments ne diffèrent que par des nombres entiers.

Ces relations, qui sont au nombre de neuf, et parmi lesquelles figurent, en particulier, celles que Gauss a employées pour obtenir sa célèbre fraction continue, *donnent le moyen d'écrire immédiatement une fraction continue holoïde quelconque de la fonction* $F(h, 1, h', u)$, *connaissant la disposition de ses réduites et les deux premières d'entre elles.*

On peut ainsi obtenir, en particulier, les fractions continues régulières, et même, par un artifice de calcul qui sera donné dans un Mémoire étendu avec toutes les formules que je ne fais qu'indiquer ici, arriver à *limiter* ces fractions par la détermination du quotient complet final. Comme cas très

spécial, on a ainsi les fractions limitées relatives à $(1+x)^m$ que j'ai fait connaître antérieurement (*Comptes rendus*, 13 et 27 novembre 1899).

Le rôle de la seconde solution de l'équation (1) est mis en lumière par le théorème suivant :

Si l'on désigne par $U_{\mu\nu}$ *le numérateur de la réduite* (μ, ν), *on a*

$$\begin{aligned} &V_{\mu\nu} F(h, 1, h', u) - U_{\mu\nu} \\ &\quad = P u^{\mu+\nu+1} (1-u)^{h'-h-1} F(h'+\nu, h'-h+\mu, h'+\mu+\nu+1, u), \end{aligned}$$

où P *représente une constante.*

Cette formule comprend comme cas très particulier celui, bien connu, qui exprime le rôle des fonctions sphériques de première et de seconde espèce dans le développement en fraction continue de la fonction

$$\log(x+1) - \log(x-1);$$

elle peut être prise pour point de départ de l'extension des propriétés de ces fonctions, et cette méthode, par laquelle les fonctions des deux espèces se trouvent introduites simultanément et sous le même point de vue, me paraît plus naturelle et plus simple qu'aucune de celles qui ont été préconisées jusqu'ici. J'ai fait part de cette méthode à M. E. Picard dans une lettre datée du 10 juin 1904.

MÉCANIQUE RATIONNELLE. — *Sur un théorème de M. Poincaré, relativement au mouvement d'un solide pesant.* Note de M. **Édouard Husson**, présentée par M. P. Painlevé.

1. Parmi les résultats remarquables obtenus par M. Poincaré à l'aide des solutions périodiques des équations de la Dynamique, se trouve le suivant :

Pour qu'il existe, dans le mouvement d'un corps solide pesant autour d'un point fixe, une intégrale première algébrique ne se réduisant pas à une combinaison des intégrales classiques, il est nécessaire que l'ellipsoïde d'inertie relatif au point de suspension soit de révolution.

La démonstration de M. Poincaré suppose que le produit μ du poids du corps par la distance du centre de gravité au point de suspension est très petite. Cependant on l'étend de suite à toutes les valeurs de μ en rempla-

çant γ, γ', γ'' par $\frac{\lambda}{\mu}\gamma$, $\frac{\lambda}{\mu}\gamma'$, $\frac{\lambda}{\mu}\gamma''$; λ étant un paramètre qui se substitue à μ et que l'on peut, en particulier, supposer très petit.

L'extension précédente est au contraire impossible, en général, si les intégrales premières envisagées sont simplement uniformes au lieu d'être algébriques.

2. Je me propose d'indiquer pour le théorème rappelé une démonstration indépendante de celle de M. Poincaré.

Je me servirai, comme dans un Mémoire récent ([1]), d'une méthode inspirée par celle que M. Painlevé a constamment employée pour l'étude des équations du second ordre.

En examinant les changements de fonctions qui permettent de séparer les variables, dans les deux équations différentielles relatives aux composantes p et q de la rotation instantanée, on est amené à poser :

$$y_1 = \sqrt{A(A-C)}.p + i\sqrt{B(B-C)}.q,$$
$$y_2 = \sqrt{A(A-C)}.p - i\sqrt{B(B-C)}.q,$$
$$z_1 = \gamma + i\gamma', \qquad z_2 = \gamma - i\gamma'.$$

En remplaçant y_1, z_1, z_2, γ'' par λy_1, λz_1, λz_2, $\lambda\gamma''$ on déduit, du système différentiel définissant le mouvement, un système différentiel dépendant d'un paramètre λ; ce nouveau système est holomorphe pour $\lambda = 0$ et doit admettre, quel que soit λ, une intégrale première algébrique non fonction des intégrales classiques.

3. Exprimons y_1, y_2, z_1, z_2, γ'' en fonction de r. Les intégrales connues donnent y_2, z_1, z_2 à l'aide de y_1, γ'', r, et le système différentiel est remplacé par un système de deux équations du premier ordre qui déterminent $y_1(r)$ et $\gamma''(r)$.

Les expressions $y_1(r)$, $\gamma''(r)$ et r doivent être liées algébriquement.

Nous obtiendrons des conditions nécessaires d'existence d'une intégrale algébrique en écrivant la propriété précédente pour $\lambda = 0$.

Le système, soit (a), définissant $y_1(r)$, $\gamma''(r)$ pour $\lambda = 0$ dépend de γ'' d'une façon irrationnelle et semble impossible à étudier. Mais en le rendant rationnel, ce qui est possible d'une infinité de manières, on en déduit une *équation intégrale* et l'on peut alors ramener l'intégration aux quadratures.

([1]) *Annales de Toulouse*, 1905.

4. Pour pousser l'étude du système (a) intégré, j'ai employé le lemme suivant :

Lemme. — *Soient* $P(x)$ *une fraction rationnelle,* $Q(x)$ *un polynome entier en* x *ou une fraction rationnelle admettant comme pôles simples certains zéros ou pôles de* P, *et*

$$y(x) = P^\alpha, \qquad J(x) = \int \frac{Q\,dx}{y},$$

α *étant un nombre irrationnel réel ou imaginaire.*

Si $J(x)$ *s'exprime algébriquement à l'aide de* y *et* x, *on a nécessairement*

$$J(x) = \frac{f(x)}{y(x)} + \text{const.},$$

$f(x)$ *étant une constante ou un polynome entier en* x *dont le degré surpasse d'une unité le degré de la fraction rationnelle* Q.

Ce lemme peut d'ailleurs être généralisé et appliqué dans le cas où Q est une fraction rationnelle quelconque; $f(x)$ devient alors une fraction rationnelle dont le dénominateur est connu, le degré du numérateur étant limité.

On arrive ainsi très facilement à la démonstration du théorème de M. Poincaré; on peut même appliquer les calculs indiqués à l'étude des conditions (ou domaines) d'existence des intégrales premières uniformes.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'application de la liquéfaction partielle de l'air avec retour en arrière à la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et azote pur.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que les procédés d'obtention de l'oxygène basés sur la *vaporisation fractionnée* de l'air liquide ont cédé la place aux procédés basés sur la *rectification.* L'air liquide étant constitué par un mélange de deux fluides miscibles l'un à l'autre en toutes proportions et très différemment volatils, la possibilité de l'application des principes de la rectification à ce mélange est évidente *a priori.* En fait, cette application se réalise dans des conditions tout à fait identiques à celles en usage dans la rectification des mélanges d'eau et d'alcool, avec cet avantage que, la différence des volatilités de l'oxygène et de l'azote étant en réalité bien plus grande qu'entre l'alcool et l'eau, l'action rectificatrice est ici d'une efficacité extrême.

Dans le système remarquable de simplicité imaginé par mon collaborateur, M. René Lévy, par exemple, de l'oxygène liquide se vaporise en provoquant la liquéfaction sous-totale d'air comprimé à 4 ou 5 atmosphères. Une partie de l'oxygène vaporisé est soutirée directement à l'extérieur, à travers des échangeurs de température, pour être utilisée. Le reste monte dans une colonne de rectification ordinaire, qui surmonte le vaporiseur, en sens inverse du liquide récupéré à 21 pour 100, qui est déversé en haut de la colonne avec l'air liquide d'appoint. Dans sa descente, cet air liquide condense énergiquement l'oxygène des gaz ascendants, tandis que de l'azote se vaporise; ce liquide descendant s'enrichit ainsi progressivement, pour arriver au bas, si le réglage est exact, à l'état d'oxygène liquide *absolument pur*. Quant aux gaz ascendants, ils sortent épuisés à 7 pour 100 d'oxygène, teneur normale des gaz lavés finalement par un liquide à 21 pour 100, conformément aux indications des courbes que je présentais à l'Académie en une autre occasion (1).

Dans ce procédé, sur 100 d'air, on recueille à l'état d'oxygène pur environ 14. Le reste, soit 6 à 7, s'échappe avec l'azote, particularité commune à tous les systèmes basés sur la liquéfaction totale de l'air, puisque, je le répète, les gaz lavés par de l'air liquide à 21 pour 100 titrent forcément au moins 7 pour 100 d'oxygène.

Tous ces procédés, basés sur la croyance, restée longtemps classique, de l'absence de toute action sélective dans la condensation progressive de l'air liquide (2), ont donc l'inconvénient de nous faire perdre environ $\frac{1}{3}$ de l'oxygène et de ne pas nous fournir d'azote pur.

Le système du *retour en arrière* que j'ai précédemment décrit (3), m'a permis de remédier à cet inconvénient avec la plus grande simplicité et de réaliser ainsi la *séparation intégrale de l'air* en oxygène pur et azote pur.

L'air à traiter, comprimé et froid, arrive par A à la partie inférieure du faisceau F, immergé dans de l'oxygène liquide en voie d'évaporation. Pendant son ascension dans le faisceau, cet air se liquéfie progressivement, le liquide formé revenant en arrière, en sens inverse du gaz ascendant. Conformément au processus indiqué dans la Note ci-dessus rappelée, cette circulation en sens inverse épuise énergiquement l'oxygène du gaz ascendant, qui arrive en B à l'état d'azote pratiquement pur, tandis que le liquide collecté en A, détenant tout l'oxygène, peut titrer jusqu'à 48 pour 100.

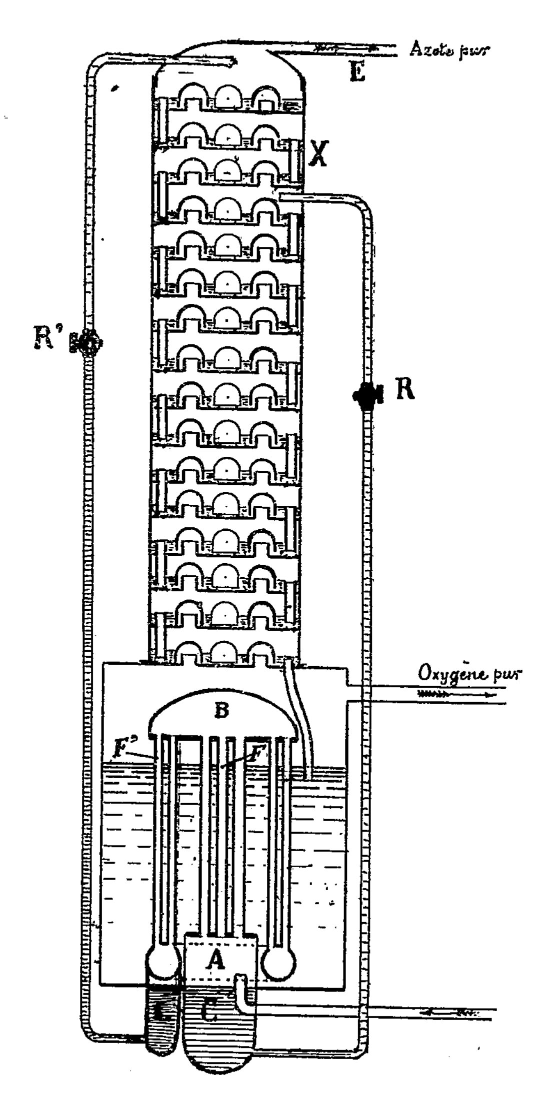
Le gaz résiduel descend alors de B dans le faisceau F′ concentrique au premier, et achève de se liquéfier en fournissant un liquide qui se collecte en C et est constitué par de l'azote liquide presque pur.

Le premier liquide, riche en oxygène, est déversé à la partie médiane de

(1) *Comptes rendus*, 29 juin 1903.
(2) *Comptes rendus*, 29 juin 1903.
(3) *Comptes rendus*, 16 novembre 1903.

la colonne de rectification X, et rectifie les gaz ascendants jusqu'à concurrence de 21 pour 100 environ.

Le second liquide, déversé tout à fait au haut de la colonne de rectifica-



tion, soumet ces gaz à 21 pour 100 à une rectification complémentaire qui les ramène à l'état d'azote pratiquement pur. Ainsi est réalisée la séparation intégrale de l'air, l'azote pur sortant en E et l'oxygène pur en D.

Je crois intéressant d'ajouter que la première idée de l'épuisement des gaz vaporisés par leur lavage final avec des liquides très pauvres en oxygène,

en vue de les ramener à l'état d'azote pur, a été exprimée pour la première fois par mes collaborateurs, MM. A. Helbronner et R. Lévy.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Densité de l'oxyde azotique; poids atomique de l'azote.* Note de MM. **Philippe-A. Guye** et **Ch. Davila**, présentée par M. G. Lemoine.

Lorsque nous avons commencé, il y a un an, les présentes recherches, les valeurs connues de la densité de l'oxyde azotique NO étaient fort discordantes, soit (par rapport à l'air) 1,041 (Thomson), 1,0888 (Bérard), 1,094 (Davy), 1,1887 (Kirwan). M. Leduc [1] a bien obtenu la valeur 1,0388, exacte, selon lui, à $\frac{1}{10000}$ près; mais il ne l'a pas conservée dans son Mémoire définitif; le poids atomique de l'azote que l'on en déduit, corrigé par les méthodes physico-chimiques applicables en pareil cas, est, d'ailleurs, beaucoup trop élevé ($N = 14,09$).

Des expériences préliminaires nous ont démontré que l'oxyde azotique préparé par les méthodes ordinaires contient toujours ou de l'azote et du protoxyde d'azote, ou des oxydes supérieurs (N^2O^3, N^2O^4), et souvent toutes ces impuretés à la fois. La présence des gaz N^2 et N^2O est attribuable, selon nous et dans bien des cas du moins, à l'erreur généralement commise en lavant le gaz avec des solutions alcalines (KOH ou NaOH), dans le but de retenir les vapeurs nitreuses. Il est pourtant établi que ces réactifs transforment déjà à froid le gaz NO en N^2O et N^2 [Gay-Lussac [2]].

Pour la purification, il suffit de faire barboter dans l'acide sulfurique concentré le gaz préparé par une réaction chimique convenablement choisie; on retient ainsi la plus grande partie des oxydes supérieurs; desséché complètement sur des colonnes d'anhydride phosphorique, le gaz est ensuite solidifié à la température de l'air liquide et séparé, par quelques rectifications qui seront décrites dans un Mémoire détaillé, des dernières impuretés constituées essentiellement par des oxydes d'azote supérieurs.

On voit que si nous avons eu recours, comme M. Gray [3], lors de ses recherches récentes sur le même sujet, à la rectification aux basses températures, la marche suivie diffère de la sienne d'abord par la suppression du lavage du gaz NO par les alcalis. Elle s'en distingue aussi par le choix des trois réactions chimiques que nous

---

(1) Leduc, *Séances Soc. française de Physique*, 1893, p. 214.

(2) *Voir* les confirmations plus modernes de MM. Emich, *Monatshefte*, t. XIII, p. 90 et 91; Sabatier et Senderens, *Ann. Chim. et Ph.*, 7e série, t. VII, p. 366; Russel et Lapraik, *Journ. chem. Soc.*, t. II, 1877, p. 35; Lechartier, *Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 308.

(3) Gray, *Journ. chem. Soc.*, t. LXXXVII, p. 1601, octobre 1905.

avons utilisées pour préparer ce gaz : 1° décomposition par le mercure de la solution sulfurique de nitrite ou nitrate de soude; 2° réduction de l'acide nitrique ou du nitrite de soude par le sulfate ferreux; 3° décomposition, en solution étendue, du nitrite de soude par l'acide sulfurique. M. Gray a employé exclusivement la réduction du nitrite de soude par le ferricyanure de potassium et l'acide acétique.

En raison de l'attaque du mercure, si difficile à éviter avec le gaz NO, nous avons renoncé aux méthodes physiques précédemment suivies dans ce laboratoire pour les densités des gaz O^2, N^2O, CO^2, SO^2, NH^3. Nous avons fait usage du procédé classique des ballons jaugés avec contrepoids de même volume et avons effectué la moitié de nos mesures (B) avec un ballon de 820^{cm^3} environ, et l'autre moitié (*b*) avec un ballon de 380^{cm^3} environ (385^{cm^3} environ pour l'expérience n° 14).

Voici les résultats trouvés pour le poids L du litre normal (soit à 0° C., sous 760^{mm} de mercure, $h=0$ et $\lambda=45°$) et, toutes corrections faites pour la compressibilité du gaz entre 726^{mm} (pression moyenne à Genève) et 760^{mm}, pour la contraction du ballon vide et pour la réduction au vide des poids marqués.

Expériences B.		Expériences *b*.	
	1° *Gaz préparé par la méthode au mercure.*		
Nos.	g	Nos.	g
1	1,3406	2	1,3407
3	1,3402	4	1,3398
5	1,3401	6	1,3402
	2° *Gaz préparé par la méthode au sulfate ferreux.*		
7	1,3403	8	1,3408
9	1,3398	10	1,3402
11	1,3400	12	1,3402
	3° *Gaz préparé par la méthode au nitrite de soude.*		
13	1,3399	14	1,3403

La moyenne arithmétique de 14 déterminations, $L=1,3402$, est identique à la moyenne des 10 observations de M. Gray. D'autre part, les moyennes calculées par des méthodes chimiques différentes sont

Mercure	$L=1,3403$	(6 observations)
Sulfate ferreux	$L=1,3402$	(6 »)
Nitrite de soude	$L=1,3401$	(2 »)
Ferricyanure	$L=1,3402$ (Gray)	(10 »)

La moyenne des moyennes par méthodes est de nouveau $L=1,3402$, valeur qui peut être adoptée définitivement. La densité, rapportée à l'air, est $(1,3402:1,2928)=1,0367$.

Enfin, le rapport des densités des gaz ($NO : O^2$) pour ($O^2 = 32$) est égal à $\frac{32 \times 1,3402}{1,4290} = 30,012$. Corrigé par les méthodes physico-chimiques, ce rapport est compris entre 30,006 et 30,010, suivant le mode de calcul du facteur de correction (¹). On en déduit que le poids atomique de l'azote est compris entre 14,006 et 14,010, le premier nombre étant, selon nous, une limite inférieure, et le second, une limite supérieure.

Nous voyons, dans ce résultat, une confirmation importante du nombre $N = 14,009$ comme valeur la plus probable du poids atomique de l'azote.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de silicium sur le fer.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Cette action a été étudiée par Frémy (¹), qui obtenait ainsi un siliciure, cristallisé en octaèdres, insoluble dans les acides et dans l'eau régale, constitué par : Si 33 pour 100; Fe 67 pour 100, ce qui amène à lui attribuer actuellement la formule SiFe. Des essais, réalisés en faisant agir le même chlorure sur d'autres métaux, nous ont montré qu'il y avait lieu d'étudier les conditions de formation du corps $SiFe^2$, connu surtout depuis les travaux de M. H. Moissan (²), composé qui doit prendre naissance, dans cette même action, si les résultats sont comparables à nos expériences antérieures.

Notre appareil consiste : 1° en une cornue à tubulure munie d'un bouchon percé de deux trous dans l'un desquels pénètre un tube à brome et, dans l'autre, un tube à gaz, courbé à angle droit; 2° en un tube de chauffe horizontal, relié au col de la cornue, et susceptible de contenir une nacelle en porcelaine, chargée du métal; 3° en une allonge, faisant suite à ce dernier, et communiquant, par son bout rétréci, avec une série de flacons condenseurs plongeant dans l'eau froide.

Dans nos expériences, nous séchons d'abord l'appareil par un courant d'hydrogène chauffé; nous faisons couler, dans la cornue, le chlorure de silicium pur et sec, au moyen du tube à brome, puis nous distillons lentement ses vapeurs que nous dirigeons sur le métal porté à des températures croissantes.

Premier essai. — Du fer réduit, contenu dans sa nacelle, est introduit à l'intérieur d'un tube en verre de Bohême, chauffé sur une grille à gaz; 200^{cm^3} de chlorure sont dirigés sur le métal, après arrêt du courant d'hydrogène. L'attaque commence un

(¹) Ph.-A. Guye, *Bull. Soc. chim.*, Paris, 3e série, t. 33 et 34, p. XXIV (1905).

(²) Frémy, *Encyclopédie chimique*, article *Fer*.

(³) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXI, 1895, p. 621.

peu avant le rouge et provoque une légère incandescence. Il se forme un dépôt de couleur variée sur le tube et, dans l'allonge, il distille un liquide, trouble par moments, surtout quand l'opération est rapidement conduite. Par trois fois ce même liquide est renvoyé sur le métal, puis distillé finalement : il passe encore au voisinage de 60°. Après réaction, la nacelle contient une matière frittée, gris noir, que les acides même les plus faibles dissolvent facilement, avec apparition de silice. Il n'a pas été possible d'en séparer la moindre parcelle métallique. Le chlorure ferreux, qui s'est sublimé dans le tube, ne renferme que des traces inappréciables de silice; d'où absence de chlorure double de silicium et de fer.

Deuxième essai. — Nous prenons : fer réduit 40^g, et nous le portons dans un tube en porcelaine, chauffé au moyen d'un four à gaz capable d'atteindre 1100°. Après le passage du chlorure de silicium, seul et en grand excès, sur le métal progressivement porté à la température maxima du four, nous trouvons, dans la nacelle, un culot résiduel, bien fondu, pesant près de 23^g. Ce lingot est attaqué, avec incandescence, par le gaz chlore, avant le rouge; l'acide acétique étendu ne produit pas d'effet, ni l'acide azotique étendu ou concentré, froid ou chaud. L'action de l'acide chlorhydrique étendu et froid est très lente, mais celle du même liquide concentré se manifeste d'une façon assez appréciable; elle est même vive si l'on opère à chaud. L'acide fluorhydrique le dissout complètement, même en solution étendue; l'eau régale produit un effet énergique, au début, et transforme intégralement l'alliage en chlorure ferrique dissous et en silice granuleuse qui, en précipitant abondamment, vient ralentir l'action. L'analyse y révèle : Si 20 pour 100; Fe 80 pour 100, proportions correspondantes au siliciure $SiFe^2$.

Troisième essai. — Nous chargeons la nacelle de 24^g d'oxyde rouge de fer; nous le réduisons au rouge, dans un tube en porcelaine, puis, lorsqu'il n'abandonne plus trace d'eau, nous dirigeons sur le fer ainsi formé des vapeurs de chlorure de silicium que nous entraînons par un courant d'hydrogène barbotant dans le liquide légèrement chauffé. Après expérience nous trouvons, en plus du chlorure ferreux : 1° un culot métallique, pesant $8^g,50$, contenu dans la nacelle, présentant toutes les propriétés de l'alliage formé dans le second essai et répondant à la formule Fe^2Si; 2° une matière de couleur foncée, déposée au delà de ce petit récipient et laissant voir, à l'œil nu, des grains métalliques qui, séparés et séchés à 100°, ont encore pour composition Fe^2Si.

Conclusions. — 1° La décomposition du chlorure de silicium par le fer s'effectue avant le rouge; 2° elle est intégrale, c'est-à-dire qu'elle a lieu sans formation de chlorure inférieur de silicium (puisqu'on n'a trouvé que $SiCl^4$ dans les flacons de condensation); 3° le silicium naissant, qui en est la conséquence, se combine en totalité avec le fer pour tendre vers l'alliage à 20 pour 100 de silicium; 4° là cesse toute siliciuration, dans ces conditions de température; à cette réaction limite correspond la formule du siliciure bien connu Fe^2Si; 5° on peut donc formuler la marche de la réaction de la façon suivante : $SiCl^4 + 4Fe = Fe^2Si + 2FeCl^2$, cette for-

mule donnant, du reste, pour les poids respectifs de siliciure formé dans les essais 2 et 3 des chiffres de 21^g et de $9^g,50$ concordant suffisamment avec ceux trouvés dans ces mêmes essais.

Nous nous proposons de poursuivre ces travaux en expérimentant à des températures plus élevées, de façon à rechercher les conditions de formation de ferrosiliciums plus riches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de l'alcool amylique racémique.* Note de MM. P. **Freundler** et E. **Damond**, présentée par M. H. Moissan.

L'alcool amylique racémique, $\begin{matrix} C^2H^5 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix} H \\ CH^2OH \end{matrix}$, n'a été obtenu jusqu'à présent que par réduction de l'aldéhyde tiglique ([1]) et par racémisation de l'alcool actif ([2]). Ces deux méthodes sont fort peu avantageuses à cause de la rareté des matières premières.

On peut préparer cet alcool dans de bien meilleures conditions en utilisant un procédé analogue à celui qui a servi à M. Locquin ([3]) dans le cas de l'alcool isoamylique ordinaire $(CH^3)^2.CH.CH^2.CH^2OH$.

Ce procédé consiste à condenser le dérivé magnésien du bromure de butyle secondaire avec le trioxyméthylène

$$CH^3.CH^2.CH<\!\!\begin{matrix} MgBr \\ CH^3 \end{matrix} + CH^2O = CH^3.CH^2.CH<\!\!\begin{matrix} CH^2O\,MgBr \\ CH^3 \end{matrix}.$$

Le bromure de butyle lui-même a été obtenu en faisant agir le tribromure de phosphore sur l'alcool butylique secondaire; ce dernier provenait de la réduction de la méthyléthylcétone par la méthode de M. Sabatier.

Ce procédé fournit (en tenant compte de la cétone récupérée) en alcool amylique bouillant de 127° à 130°, les $\frac{7}{10}$ du poids de la méthyléthylcétone, soit plus de 60 pour 100 du rendement théorique.

Voici comment il convient d'opérer:

I. *Réduction de la méthyléthylcétone.* — Cette réduction s'effectue à 140°, suivant

([1]) Herzig, *Monatshefte*, t. III, p. 123.

([2]) Frankland et Price, *Chemical Society*, t. LXXI, p. 255.

([3]) Locquin, *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, p. 599.

les prescriptions indiquées par MM. Sabatier et Senderens et par M. Brunel pour la préparation du cyclohexanol. L'alcool est ensuite séparé très facilement de l'excès de cétone par distillation fractionnée. Après trois ou quatre tours de fractionnement, on recueille un produit presque pur, qui bout à 99°-99°,5.

II. *Transformation de l'alcool en bromure.* — On fait tomber goutte à goutte du tribromure de phosphore (1^{mol}) dans de l'alcool butylique secondaire refroidi à 0° (2^{mol}); après 12 heures de repos à froid, on chauffe au bain-marie tant qu'il se dégage du gaz bromhydrique. Ce traitement provoque la séparation d'acide phosphoreux au sein de la liqueur, qui était primitivement limpide. On précipite ensuite par l'eau glacée, on lave, on sèche et l'on rectifie.

Le rendement en bromure pur, bouillant à 91°-92°, dépasse 83 pour 100 du rendement théorique.

III. *Transformation du bromure en alcool amylique.* — Cette dernière opération ne fournit de bons rendements que lorsqu'on emploie la quantité théorique de trioxyméthylène desséché à 100° dans le vide; de plus, il est nécessaire de modérer l'action du magnésium sur le bromure en ajoutant à l'éther quelques gouttes de sulfure de carbone ou d'un produit analogue. On évite ainsi presque entièrement la formation de butylène et de butane.

Le magnésien étant ainsi préparé, on introduit en une seule fois le trioxyméthylène qui se dissout presque intégralement, et l'on achève la réaction en chauffant 24 heures au bain-marie.

Dans ces conditions, on obtient du premier coup 73 pour 100 d'alcool amylique pur et environ 7 pour 100 du *formal* correspondant $CH^2\left\langle\begin{matrix}OC^5H^{11}\\OC^5H^{11}\end{matrix}\right.$; ce dernier est liquide et bout à 205°.

L'action retardatrice de certaines substances sur la formation des dérivés magnésiens a été signalée récemment par M. Bischoff [1] et par M. Ahrens [2]; nous l'avons constatée dans beaucoup d'autres cas dans lesquels cette influence, loin d'être favorable comme pour l'alcool amylique, empêche totalement l'attaque du magnésium par le dérivé halogéné. C'est ce qui se produit notamment dans la préparation du triphénylcarbinol, lorsqu'on emploie l'éther à 65° du commerce sans l'avoir soumis à des traitements à l'acide sulfurique; cet éther renferme, en effet, de l'aldéhyde et des produits sulfurés, dont il ne peut être débarrassé par un contact, même prolongé, avec du sodium.

---

(1) *Berichte*, t. XXXVIII, p. 2078.
(1) *Berichte*, t. XXXVIII, p. 3260.

MINÉRALOGIE. — *Diffusion du baryum et du strontium dans les terrains sédimentaires; épigénies; druses d'apparence organique.* Note de M. L. COLLOT, présentée par M. A. Lacroix.

On sait que le baryum et le strontium existent en petites quantités dans l'eau des mers, dans les sédiments desquelles ils passent à l'état de sulfates. Ceux-ci se sont ensuite concentrés en cristaux apparents sur des points privilégiés.

Ainsi j'ai observé la barytine dans l'intérieur d'Ammonites pyritisées, soit du callovien inférieur de la vallée de Vauvenargues (Bouches-du-Rhône), soit de l'aptien supérieur à *Ammonites Milleti* du col de Moriez (Basses-Alpes). En cristaux groupés radialement, la barytine forme des concrétions volumineuses dans les marnes miocènes de la tranchée de la gare de Mézel (Basses-Alpes).

La barytine a quelquefois subi de remarquables épigénies par la calcite ou par le quartz, qui, au premier abord, font méconnaître l'origine des échantillons. Sur les Ammonites pyriteuses de la zone à *Am. Renggeri* du Jura sont accolés des cristaux blancs, opaques, de barytine apotome (Haüy) à peu près totalement épigénisés en calcite.

Des concrétions globuleuses du lias supérieur de l'Auxois (à *Turbo subduplicatus*), atteignant à peine 3^{cm} de diamètre, présentent à la surface des fossettes un peu irrégulières. Les crêtes entre celles-ci sont formées par la juxtaposition, probablement suivant les faces *p*, de petits cristaux allongés sur une diagonale de base, ce qui produit des stries perpendiculaires à l'arête de la crête et une dentelure de celle-ci. Par HCl, la matière fait une effervescence prolongée et le résidu donne au chalumeau la réaction du baryum. Ce sont donc des concrétions de barytine en partie transformées en calcite. L'apparence de ces petites boules a induit en erreur Michelin et d'Orbigny, qui les ont considérées comme des Polypiers ou des Spongiaires, le premier sous le nom d'*Astræa confluens*, le second sous celui de *Stellispongia fasciculata* (1).

Des boules plus grosses que le poing, de Pesmes (Doubs), appartenant probablement aux marnes kiméridgiennes, sont toutes creusées de fossettes de 3^{cm}.

---

(1) *Prodrome*, 1847 : *Ét. toarcien*, n° 287.

Les crêtes qui délimitent celles-ci résultent de la juxtaposition de cristaux allongés radialement, à section rhombique. Les pointements sont brisés; sous la surface rugueuse, on ne trouve que du quartz compact, jusqu'au centre, ou bien celui-ci est creux, et rarement un noyau de baryte, reconnaissable au chalumeau, y a subsisté.

Par analogie, j'attribuerai à des druses de barytine l'origine de concrétions des marnes oxfordiennes de Palente, près Besançon. La surface est irrégulièrement alvéolée, avec des crêtes dont la silicification a presque effacé les stries. Sous la croûte siliceuse, l'intérieur est rempli de calcite limpide diversement orientée. La disparition de la barytine est complète.

La célestine est connue dans l'argile plastique et dans les marnes vertes des environs de Paris. Je l'ai vue dans des couches à peu près de même âge que celles-ci à Sainte-Radegonde, près Apt, en concrétions botryoïdes de sable siliceux cimenté par le sulfate de strontiane, avec un peu de sulfate de baryte. Ces nodules sont dans des sables marneux verdâtres, qui recouvrent immédiatement le lignite à *Palæotherium* et qui renferment du gypse.

J'ai signalé déjà (¹) une célestine un peu plus récente que celle de Sainte-Radegonde, en cristaux bacillaires, allongés parallèlement à pe^1, enchevêtrés, formant une plaque de 25^{mm} d'épaisseur entre les feuillets du calcaire oligocène, entre Aix et Eguilles (Bouches-du-Rhône).

Le crétacé supérieur de Méjean (Bouches-du-Rhône) m'a fourni une cristallisation nette de célestine dans le creux, d'ailleurs tapissé de petits scalénoèdres de calcite, d'un *Hippurites Toucasi*. Le cristal principal, assez gros, présente les faces e^1 prédominantes, m, avec une petite facette a^2. Le cristal, allongé suivant $e^1 e^1$, est incolore, sauf une région intermédiaire limitée en dessous par un dièdre mm saillant vers le haut, et en dessus par un plan h^1, qui est bleue.

Dans le néocomien de Rognes (Bouches-du-Rhône), j'ai recueilli une *Ammon. simplus* d'Orb. dont la chambre d'habitation est moulée par le calcaire, tandis que la partie cloisonnée est un noyau de célestine laminaire.

Ce minéral forme des plaques fibreuses bleuâtres dans le même étage auprès de Ganges (Hérault) et à Vassy (Haute-Marne), ainsi que dans le lias de Mézières.

Des cristaux fibrolamellaires de célestine ont minéralisé un bois fossile de l'oxfordien marneux à *Am. Renggeri* de Jonchery (Haute-Marne), tandis qu'à Conliège-Périgny, près Lons-le-Saulnier, elle s'allonge en grands cristaux dans les fentes des septaria.

(¹) *Descr. géol. envir. Aix, Montpellier,* 1880; p. 111.

L'oxfordien supérieur exploité près de Dôle pour chaux hydraulique m'a fourni de grosses concrétions où la célestine a subi la même pseudomorphose qu'ailleurs la barytine. Elles sont subcylindriques, confusément hérissées de pyramides rhombiques à surface rugueuse. Extérieurement formées de quartz, ellés sont généralement creuses à l'intérieur, mais renferment souvent un résidu de sulfate de strontiane.

Les sulfates ci-dessus étudiés ont cristallisé dans les loges des Ammonites ou à leur surface alors que leur moulage par la pyrite était déjà effectué. Il en est de même dans la coquille restée close de l'Hippurite. Dans ces exemples, auxquels on pourrait sans doute en ajouter beaucoup d'autres, ils apparaissent comme des ségrégrations, par l'eau imbibant les sédiments, du sel alcalino-terreux diffus dans la masse. Les concrétions des marnes et grès, les plaques fibreuses, dans des terrains allant du miocène au lias, impliquent un transport analogue. La célestine d'Aix, que j'avais autrefois regardée comme un apport de source minérale, n'est probablement elle-même qu'un produit propre de la lagune saumâtre qui a donné le gypse. Dans certains cas, postérieurement à la cristallisation des sulfates, les épigénies sont encore venues compliquer le phénomène.

Plusieurs enseignements se dégagent de ces faits :

1° Diffusion du baryum et du strontium dans des sédiments géologiques très divers;

2° Nouveaux exemples de ces transformations que subit la matière des roches après la sédimentation;

3° Méconnaissance possible de la formation de certains corps qui auront été ultérieurement dissous, avec ou sans remplacement par d'autres;

4° Classement comme produits purement minéraux de concrétions faussement interprétées comme squelettes d'invertébrés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'accroissement du poids sec des plantes vertes développées à la lumière, en inanition de gaz carbonique, dans un sol artificiel amidé.* Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Nous avons montré (¹) que la plante verte, mise à la lumière, en inanition de gaz carbonique, peut se développer dans un sol artificiel amidé.

De quelle nature est ce développement? S'agit-il réellement d'une création de tissus normaux? La plante a-t-elle vraiment fait une synthèse de matière? Ou bien, au contraire, ne s'agit-il que d'un accroissement artifi-

---

(¹) Jules Lefèvre, *Sur le développement des plantes vertes à la lumière*, etc. (*Comptes rendus*, 17 juillet 1905).

ciel, d'une simple poussée aqueuse, analogue à celle des plantules développées dans l'obscurité? Il faut le savoir.

A la vérité, cette dernière hypothèse, celle de la simple poussée aqueuse, est déjà contredite par les deux faits essentiels suivants :

1° L'examen histologique révèle chez les plantes développées en sol artificiel amidé, à l'abri de CO^2, *la création de tissus normaux* (¹);

2° L'expérience montre que, chez les mêmes plantes, en sol *non amidé* à l'abri de CO^2, aucun développement ne se fait (²).

Pour écarter toute équivoque, nous avons cependant cherché une preuve directe de la synthèse matérielle opérée par nos plantes, en comparant les *poids secs* de ces plantes, *avant* et *après* leur développement sous cloche.

Si les poids secs ne changent pas, la croissance de nos plantes n'est qu'une poussée d'hydratation.

Si les poids secs augmentent, la croissance de nos plantes correspond bien à une création de matière; le carbone des amides a été utilisé.

Voici deux études, l'une sur *Cresson alénois*, l'autre sur *Basilic* :

I. *Épreuve sur Cresson*. — Deux pots A et B sont préparés avec terre artificielle (sable calciné, mousse stérilisée), minéralisée comme d'habitude. A contient des amides; B n'en contient pas. Chacun de ces pots reçoit environ 40 graines de cresson. Au bout de 3 semaines de développement normal, on pèse un lot de 10 plantules de A et un lot de 10 plantules de B, ces plantules ayant été préalablement séchées pendant 3 jours dans l'étuve sèche à 45°.

Puis, les pots, contenant encore chacun 30 plantules, sont mis sous cloche en présence de la baryte, selon notre technique usuelle, pendant 10 jours. Comme on devait s'y attendre, les plantules de A se sont développées, celles de B n'ont pas changé.

On les sèche à l'étuve à 45° et on les pèse.

Voici le résultat bien clair de l'expérience :

			g
Poids sec de 10 plantules	avant la mise sous cloche		0,022
	après 10 jours sous cloche	B (non amidé)	0,024
		A (amidé)	0,070

Le lot A a triplé son poids; le lot B est resté invariable.

II. *Épreuve sur Basilic*. — La marche de l'expérience est la même que précédemment. Les plantules de A (à amides) ont grandi depuis 4^{cm} jusqu'à 16^{cm}; les feuilles se sont considérablement développées, et leur nombre s'est élevé de 6 à 33. Au contraire, les plantules de B (sans amides) ne se sont développées que de 4^{cm} à $4^{cm},5$ et le nombre des feuilles n'a pas changé.

(¹) JULES LEFÈVRE, *Ibid.*

(²) JULES LEFÈVRE, *Ibid.*

Voici le résultat des pesées :

			g
Poids sec de 10 plantules	avant		1
	après 14 jours de cloche	B (sans amides)	1,2
		A (avec amides)	3,5

Les plantules de A ont triplé leur poids; l'une d'elle l'a même *sextuplé;* le lot B est resté invariable.

La conclusion est décisive et se résume dans cette formule :

La croissance des plantes vertes en sol amidé, à l'abri de CO^2, *est accompagnée d'une rapide augmentation de leur poids sec. Il s'agit donc essentiellement, non d'une poussée aqueuse, mais d'un véritable travail de synthèse.*

CRYPTOGAMIE. — *Sur la structure et l'évolution du* Rhacodium cellare. Note de **M. F. Guéguen**, présentée par M. Guignard.

La moisissure des caves connue des mycologues sous le nom de *Rhacodium cellare* Persoon paraît avoir été mentionnée pour la première fois au XVIIe siècle, dans les écrits de Ray et dans ceux de Plukenet qui la décrit en ces termes : *Fungus spongiosus niger, pannum laneum textura similans, doliolis vinosis adnascens.* Parmi les nombreuses diagnoses qui en ont été données depuis, les plus complètes sont celles de Lamarck et de Candolle (*Fl. franç.*, 1805) et d'Elias Fries (*Systema mycologicum*, 1829) que les auteurs modernes n'ont guère fait que reproduire et commenter. Il est singulier que les conidies de ce Champignon aient échappé à l'attention de tous les observateurs anciens, et n'aient été signalées qu'en 1893 par M. Schröter, qui a obtenu le premier la germination et sommairement décrit les conidiophores de cette Dématiée.

Le *Rhacodium cellare* forme dans les caves et les celliers ces amas brun noirâtre bien connus, d'aspect et de toucher cotonneux, qui recouvrent les bouteilles et les douves des tonneaux. Il est formé d'un lacis de filaments mycéliens bruns, cloisonnés, à membrane d'épaisseur variable et d'autant plus scabre qu'elle est plus épaisse. Réduits à des granulations plus ou moins serrées sur les membranes jeunes, les ornements peuvent prendre avec l'âge l'aspect de verrues inégales, serrées les unes contre les autres, ou même de proéminences en doigt de gant, plus ou moins obliquement insérées sur la paroi dont elles émanent. Ces ornements de la membrane ne paraissent pas encore avoir été remarqués. L'extrémité des hyphes est quelquefois terminée par un renflement irrégulièrement bosselé, mais le plus souvent, surtout vers le centre des amas thallins, elle est surmontée de bouquets conidiens plus ou moins compacts, formés d'éléments sessiles de taille inégale, ovoïdes et continus ou bien allongés et septés-

étranglés. La membrane, sensiblement incolore et lisse dans les très jeunes éléments, devient finalement brunâtre et irrégulièrement rugueuse.

En certains points de la surface du thalle ou dans les cavités qui occupent le centre des vieux mycéliums, on aperçoit des corps punctiformes noirâtres signalés seulement par Fries, bien qu'ils paraissent avoir été figurés dès 1768 par Dillenius (*fig.* 12 de la *Pl. I* de son *Historia muscorum*). Ceux que j'ai étudiés consistent en masses brunes, arrondies, ovoïdes ou limoniformes, d'un tiers à un demi-millimètre de hauteur, posées sur le mycélium auquel les rattachent de nombreux filaments. Je n'y ai trouvé, par la dissection ou par les coupes, ni la gelée interne ni les sporidies décrites par Fries, mais seulement du mycélium brun, serré à la périphérie, lâche au centre.

J'ai pu obtenir, à partir d'une seule conidie ou même d'un seul article mycélien, des cultures cellulaires du champignon, à l'aide desquelles j'ai pu le propager sur divers milieux nutritifs solides et en grandes surfaces. A +22°, la conidie, sans se gonfler sensiblement, s'éclaircit et laisse apercevoir par transparence deux ou plusieurs guttules; au bout de 15 à 18 heures, elle émet latéralement ou par la base une hyphe (rarement deux) incolore, lisse, réfringente, binucléée, qui se cloisonne et se ramifie dès la quarantième heure. Dans les mêmes conditions, les articles mycéliens scabres émettent, par leurs extrémités brisées ou par une déchirure latérale, une hernie transparente renfermant deux noyaux et qui bientôt se cloisonne et se ramifie. Vers le sixième jour, les cultures de l'une et de l'autre origine sont couvertes d'un lacis de filaments de différents calibres, les uns scabres et d'un brun fauve, les autres ruguleux et plus clairs; les parois sont simplement ondulées ou même totalement lisses dans les hyphes immergées. Au bout d'une semaine apparaissent sur les filaments radiants, à une même distance du centre commun, de nombreuses anastomoses à angle aigu, s'opérant suivant les modes les plus variés entre branches principales ou rameaux contigus. Ces anastomoses deviennent réfringentes et brunissent, se compliquant de ramuscules trapus, inégalement bosselés et capricieusement contournés; il en résulte finalement, soit des plages de pseudoparenchyme, soit des sclérotes noirâtres isolés ou coalescents. Je n'ai pas réussi jusqu'à présent à voir se différencier, au sein de ces amas stomatiformes, des corps disséminateurs tels que des conidies ou des spores, qui m'eussent permis de vérifier l'exactitude des vues de Richon sur la parenté de son *Cephalotheca cellaris* avec le *Rhacodium*.

L'appareil conidien se forme de la façon suivante : une hyphe brune et cylindrique, à cloisons espacées et à membrane échinulée, se dresse dans l'air. Elle émet d'abord à son sommet, puis à diverses hauteurs au niveau des cloisons, des verticilles de rameaux divergents, rapidement allongés et septés, qui produisent eux-mêmes soit des bou-

quets de conidies, soit des générations successives de ramuscules verticillés de plus en plus courts. L'ensemble constitue un arbuscule brun, rappelant à certains égards les *Cladosporium* et les *Hormodendron*, et dont les éléments les plus jeunes sont semblables aux conidies observées *in situ*. De pareilles fructifications se développent en abondance sur les milieux solides les plus divers (carotte, pomme de terre, topinambour, gélatine et gélose, extrait de malt, bois de chêne et de hêtre, etc.) qu'elles recouvrent d'un fin veloutis dont l'aspect rappelle tantôt celui des cultures de *Cladosporium herbarum* (*Rhacodium* sur topinambour), tantôt celui des cultures de *Botrytis cinerea* (*Rhacodium* sur bois). Si le substratum est très nutritif, les arbuscules n'apparaissent que lorsque l'aliment commence à s'épuiser et restent généralement courts; si le milieu est pauvre en principes alibiles, la sporulation est plus précoce et les conidiophores acquièrent une taille plus considérable.

Dans des cultures cellulaires de six mois sur bouillon glucosé, j'ai observé des productions filamenteuses dressées, coudées plusieurs fois à angle droit et quelquefois rameuses. Je les considère comme des formes d'involution des conidiophores.

PHARMACOLOGIE. — *Sur le juglon.*
Note de MM. **Brissemoret** et **R. Combes**, présentée par M. Guignard.

Depuis les travaux de Mylius (¹) et ceux de Bernthsen et Semper (²), on admet que le juglon, oxynaphtoquinone 1-4-8 $C^{10}H^{5}\begin{cases} O^2 \\ OH \end{cases}$ ne préexiste pas dans le brou de noix.

Nous ne pensons pas que cette opinion soit exacte : le juglon existe préformé dans tous les organes verts du noyer (feuilles, tiges, brou).

Il suffit pour s'en convaincre d'immerger dans du chloroforme officinal l'organe végétal non dilacéré, aussitôt après sa récolte: la dissolution du juglon commence immédiatement et se poursuit pendant plusieurs heures, en donnant un liquide jaune d'or. La solution chloroformique additionnée de son volume d'éther de pétrole, abandonnée au repos pendant 24 heures, filtrée, est évaporée à cristallisation; le juglon se dépose sous forme d'aiguilles jaune rouge.

Cette quinone a été caractérisée :

1° Par son entraînement par la vapeur de chloroforme;

2° Par la coloration violette puis rouge qu'elle développe au contact de quelques gouttes d'une solution aqueuse d'ammoniaque;

(¹) *Deutsch. chem. Gesell.*, t. XVII, p. 2411; t. XVIII, p. 463.
(²) *Deutsch. chem. Gesell.*, t. XVIII, p. 280.

3° Par la formation d'un sel de cuivre rouge lorsqu'on agite quelques centimètres cubes de sa solution éthérée avec une solution diluée de sulfate de cuivre;

4° Par le point de fusion de son dérivé diméthylaminé obtenu par la méthode de Mylius (agitation à l'air d'une solution de juglon dans un soluté aqueux de diméthylamine) : nous avons obtenu ainsi des paillettes violet brun de la combinaison $C^{10}H^5O^3 - Az\langle^{CH^3}_{CH^3}$, fondant à $+149°$; ces cristaux chauffés avec HCl concentré nous ont fourni, par refroidissement, des aiguilles jaunâtres, se décomposant vers 220° (mode de formation et caractère de l'oxyjuglon).

Ces différentes propriétés sont celles de l'oxynaphtoquinone 1-4-8.

La diffusion du juglon est très grande dans la famille des Juglandées : nous avons pu le caractériser dans *Juglans regia*, *J. nigra*, *J. cinerea*, *Carya olivæformis*, *Pterocarya caucasica*.

Pour le localiser nous avons employé :

1° L'ammoniaque en solution aqueuse. La coloration violette, puis rouge, que donne ce réactif avec le juglon est facile à différencier de la coloration rougeâtre qu'il fournit avec le tanin des *Carya* : ce tanin rentrant dans la catégorie des tanoïdes galliques colorables en rose ou en rouge par l'ammoniaque (tanoïdes des *Carya*, des *Nymphæa*, des *Rhus*).

2° L'azotate de cuivre, en solution diluée, qui colore en rouge carmin les cellules à juglon.

Tiges. — Dans les tiges de *Juglans regia*, *J. nigra*, *J. cinerea*, de *Pterocarya caucasica*, le juglon est localisé dans le liber : les cellules qui le renferment sont groupées en assises alternant avec des amas de cellules scléreuses. Nous n'avons pas trouvé de juglon dans les tiges de *Carya olivæformis*, *C. amara*, *C. porcina*.

Il ne disparaît pas des tiges par la dessiccation et nous avons pu le caractériser dans une écorce de *Juglans cinerea* séchée depuis plus de dix ans.

Feuilles. — Le juglon est contenu dans les cellules du parenchyme entourant les nervures des feuilles de *Juglans regia*, *J. nigra*, *Pterocarya caucasica* : il est surtout abondant dans les cellules voisines des amas scléreux qui limitent les faisceaux libéro-ligneux. La disparition du juglon dans le liber de la tige et son apparition dans le parenchyme de la gaine a lieu au point où la gaine s'attache à la tige.

Dans *Carya olivæformis* il est localisé également dans le parenchyme entourant les nervures, mais les cellules qui le contiennent forment des amas au voisinage de l'épiderme inférieur.

A l'époque à laquelle ces recherches ont été faites, avec les feuilles de *C. amara*, *C. porcina* (octobre), nous n'avons pu y déceler le juglon.

Le juglon disparaît des feuilles, qui en contiennent, pendant leur dessiccation.

Fruits. — Dans les fruits de *Juglans regia*, de *J. nigra*, le juglon est localisé dans mésocarpe : les faisceaux libéro-ligneux qui parcourent le fruit en sont complètement dépourvus : dans les feuilles comme dans le péricarpe, le juglon est donc localisé dans

les mêmes tissus; il se trouve en abondance dans les parenchymes, et les faisceaux libéro-ligneux n'en contiennent pas.

Nous n'en avons pas trouvé dans les fruits de *Carya porcina* et de *C. amara*.

Il disparaît des brous pendant leur dessiccation.

Racines. — Les racines de *Juglans regia* en fournissent beaucoup; on le localise dans les cellules du liber et surtout dans le parenchyme cortical.

Le juglon appartient à cette catégorie de quinones qui, possédant une fonction peroxyde, peuvent passer par tautomérie à la forme dicétonique; aussi présente-t-il des propriétés physiologiques intéressantes.

L'un de nous a montré que le juglon, comme les dicétones quinoniques, était un cathartique et que l'écorce de *J. cinerea* lui devait son action purgative (¹).

Mais, en tant que quinone peroxyde, le juglon oxyde les matières organiques par soustraction d'hydrogène; nous avons pensé que cette propriété pouvait faire du juglon un modificateur des éléments anatomiques de la peau; l'expérience a confirmé cette hypothèse.

Sur peau de lapin, l'application pendant 24 heures d'une pommade préparée avec juglon $0^g,20$, lanoline et vaseline *cca* $1^g,50$, produit : une coloration noire du tégument, la formation de quelques vésicules, un léger œdème, un épaississement et une hypertrophie de l'épiderme qui présente alors de larges sillons; l'action kératolytique intense qu'exerce cette quinone aboutit, une huitaine de jours après l'application du topique, à l'exfoliation de l'épiderme.

Le juglon intervient donc dans l'action rubéfiante de l'écorce fraîche de racine de noyer, action qu'avait autrefois indiquée G. Hoffmann.

En résumé, dans la plupart des plantes de la famille des Juglandées que nous avons pu étudier, on trouve du juglon et c'est à cette substance qu'est due, d'après nos recherches, une partie des propriétés physiologiques des Noyers.

ZOOLOGIE. — *Rhéotropisme de quelques Hydroïdes monosiphonés et des* Bugula.
Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

J'ai soumis, pendant des temps qui ont varié de 4 à 75 jours, quelques Hydroïdes à hydrocaule monosiphonique à l'action de l'eau agitée; des témoins étaient, à chaque expérience, conservés en eau calme.

(¹) Brissemoret, *Contribution à l'étude des purgatifs organiques*, Paris, 1903.

Les spécimens étaient tantôt introduits dans un tube dans lequel l'eau coulait avec des vitesses qu'on pouvait régler; tantôt ils étaient soumis à des mouvements de rotation autour de leur axe principal ou à des mouvements hélicoïdaux dont j'ai modifié la vitesse depuis 30 tours jusqu'à 160 tours par minute; tantôt ils étaient abandonnés à une agitation pêle-mêle, parfois désordonnée, avec ou sans pulvérisation d'air.

J'ai opéré sur *Obelia flabellata* Hincks, *Sertularella polyzonias* Linné, *Hydrallmania falcata* Linné, *Antennularia antennina* Linné, *Ant. ramosa* Lamarck, *Plumularia similis* Hincks, espèces qui présentent des modes différents de ramification et dont une seule (*Obelia*) vit à la côte.

De toutes les expériences faites on peut tirer les quelques conclusions qui suivent :

1. Quel que soit le mouvement imprimé à la colonie, les résultats sont les mêmes.

2. L'accélération de la vitesse du courant n'a d'autre résultat que d'accentuer les phénomènes de réaction des colonies.

3. La cormogenèse et le mode de ramification ne sont pas influencés.

4. L'agitation a pour effet principal de provoquer un développement abondant des hydrorhizes qui, par bourgeonnement, donnent rapidement de nouvelles colonies. C'est ce que montrent particulièrement bien les échantillons d'*Obelia flabellata* fixés sur *Donax* et que l'on soumet à un mouvement rapide de rotation ou à un fort courant linéaire. En quelques jours, les stolons fixateurs s'étendent sur une partie notable de la coquille et donnent naissance à de nombreuses hydrocaules.

5. Quand le courant est par trop violent, les hydranthes avec leur hydrothèque peuvent être brisés chez les espèces fragiles comme *Obelia*. Dans ce cas, il se produit à l'extrémité distale des hydranthophores un bourgeon qui régénère l'hydranthe disparu, ansi que l'hydrothèque.

Quand l'agitation de l'eau est moins violente, tout en restant forte, les hydranthes ne sont pas entraînés, mais ils disparaissent néanmoins. Les tentacules se rétractent, la tête et le pédoncule diminuent rapidement de volume et sont finalement résorbés. Puis l'hydrothèque se détache, entraînant souvent dans sa chute le premier ou les deux premiers anneaux qui la suivent immédiatement. Alors l'hydranthophore bourgeonne un nouvel hydranthe, comme dans le cas précédent.

Ce phénomène se produit à la fois sur tous les hydranthes de la colonie, si bien qu'à un moment donné celle-ci ne porte que des hydranthes en voie de régénération.

Il est probable que cette rénovation totale a pour effet une meilleure adaptation des nouveaux hydranthes aux nouvelles conditions extérieures, bien qu'on ne voie pas bien nettement en quoi consiste cette adaptation. Cependant, tandis que l'hydranthophore

de l'hydranthe disparu avait en général quatre annulations à l'extrémité distale, celui du nouvel hydranthe en possède souvent sept. En outre, le diamètre des anneaux de nouvelle formation est de 120$^{\mu}$ à 136$^{\mu}$, au lieu de 96$^{\mu}$ à 110$^{\mu}$. Ces détails morphologiques semblent propres à mieux assurer l'insertion de l'hydranthe sur son support. Ce qui est certain, c'est que les hydranthes qui disparaissent les premiers sont les hydranthes terminaux qui ont un hydranthophore particulièrement long et relativement peu annelé. Les hydranthes latéraux, à hydranthophore court et annelé sur toute sa longueur, ne sont résorbés que plus tardivement et quelquefois même ne le sont pas.

6. Chez *Obelia*, en même temps que les hydranthes se régénèrent, il se produit des stolons qui sont situés à la base des hydranthophores. Ces stolons restent toujours très courts, ils ne dépassent guère $\frac{8}{10}$ de millimètre. Ce sont vraisemblablement des frustules ou propagules.

Les autres espèces mises en expérience n'ont jamais engendré de stolons quand la colonie était intacte et bien vivante, mais elles en ont donné dans les points où il y avait traumatisme ou nécrose.

7. Les stolons obtenus dans ces conditions sont devenus des hydrorhizes quand ils ont pu trouver un point d'appui, hydrorhizes bourgeonnant rapidement des hydrocaules. Les stolons des colonies maintenues en suspension dans l'eau ont toujours donné des hydranthes.

8. Il résulte de ce qui précède que les bourgeons stoloniques peuvent être le point de départ d'hétéromorphoses. Il est constant, en outre, que, quand un fragment de colonie flotte dans l'eau, son extrémité proximale produit un bourgeon dont les hydranthes sont inversement orientés par rapport à ceux du fragment. Cette disposition tend à donner à la colonie flottante et dépourvue de support une forme symétrique par rapport au plan passant par la section.

9. Le stolon suit, en général, la même direction que l'axe sur lequel il est né, et dont, par suite, il constitue un prolongement.

Dans la régénération d'un rameau sectionné ou frappé de nécrose à son extrémité, le bourgeon régénérateur (stolon) s'allonge d'autant plus, avant de porter des hydranthes, que la partie disparue était plus longue. Ce phénomène fait penser à celui que Levalle et Pasteur ont fait connaître sous le nom de *cicatrisation des cristaux*.

10. Chez les Bryozoaires à colonies dressées et flexibles, l'agitation a aussi pour effet de provoquer un développement exagéré des racines. Des colonies de *Bugula avicularia* Linné, soumises pendant 20 jours à un mouvement de rotation de 100 tours par minute, se sont développées d'une façon normale, mais ont présenté sur leur face dorsale et sur toute leur

longueur un grand nombre de touffes de racines qui n'existent normalement qu'à l'extrémité proximale de la colonie.

PHYSIOLOGIE. — *Influence des hautes altitudes sur la nutrition générale.* Note de MM. **H. Guillemard** et **R. Moog**, présentée par M. Janssen.

Nous avons fait au mois de juillet dernier à Chamonix et au mont Blanc une série d'observations sur l'influence qu'exerce l'altitude sur les échanges nutritifs. M. Janssen, qui a bien voulu nous accueillir avec sa grande bienveillance, nous a permis de séjourner aux observatoires des Grands-Mulets et du Sommet et a facilité notre tâche en nous faisant bénéficier des ressources de la Société du mont Blanc; nous lui exprimons ici tous nos remercîments. Nous remercions également notre maître, M. A. Gautier qui a bien voulu s'intéresser à notre travail et nous aider de ses conseils.

Nos observations ont porté sur les variations que subissent les éléments de l'urine et les rapports urinaires quand on passe de l'altitude de Paris à celle du mont Blanc en suivant un régime alimentaire constant. Les dosages ont été effectués sur l'urine émise successivement à Paris, au mont Blanc, aux Grands-Mulets et enfin à Chamonix. Nous avons passé 5 jours entiers à l'altitude de 4810^{m}, puis 3 jours à 3050^{m}.

Les dosages ont été effectués séparément sur l'urine émise par chacun des deux observateurs. On constate que les chiffres fournis par ces deux séries d'analyses ont constamment varié dans le même sens, quoique de quantités inégales, attestant ainsi que l'effet produit sur deux organismes différents est le même et se présente comme un fait vraisemblablement général.

On peut résumer comme il suit les principaux résultats fournis par l'analyse :

1. Le volume de l'urine éliminée en 24 heures a considérablement diminué pendant les deux premiers jours du séjour au sommet (moyennes à Paris par kilogramme : 14$^{cm^3}$,55 et 12$^{cm^3}$,65; moyennes des deux premiers jours au sommet : 9$^{cm^3}$,35 et 6$^{cm^3}$,53). Ce fait peut paraître surprenant si l'on considère, d'une part, l'excès de liquide absorbé, d'autre part, la diminution de la transpiration cutanée. Il faut vraisemblablement l'attribuer, soit à l'exagération de l'exhalation pulmonaire que concourent à augmenter la sécheresse de l'atmosphère et l'augmentation de la ventilation pulmonaire, soit à une rétention d'eau par l'organisme, rétention entraînant une hydratation des tissus; nous soumettons actuellement cette question au contrôle de l'expérience. Au cinquième jour le volume de l'urine a dépassé de beaucoup la normale à laquelle il est revenu les jours

suivants. Il se produit une véritable décharge urinaire qui rappelle la crise de certaines maladies infectieuses.

2. La quantité de matériaux fixes éliminés suit une courbe tout à fait analogue à la

Fig. 1.

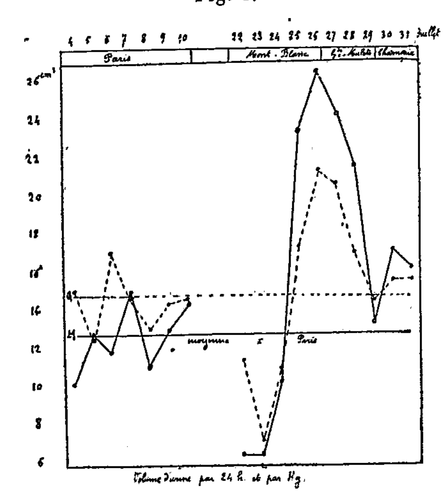
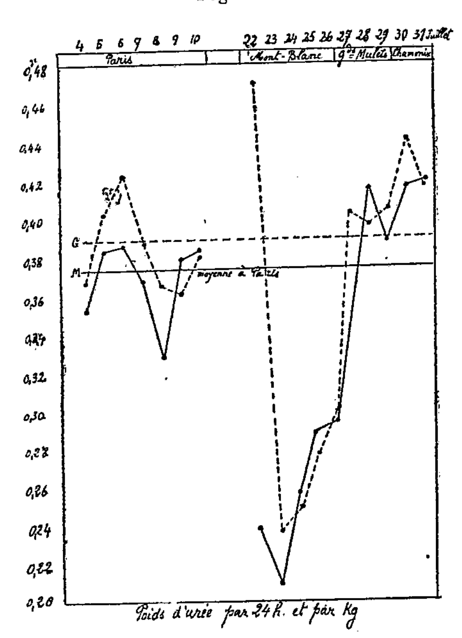


Fig. 2.



précédente; l'alimentation restant la même, il faut conclure qu'il y a au sommet rétention de matériaux fixes coïncidant avec l'insuffisance de la diurèse, puis retour à une

Fig. 3.

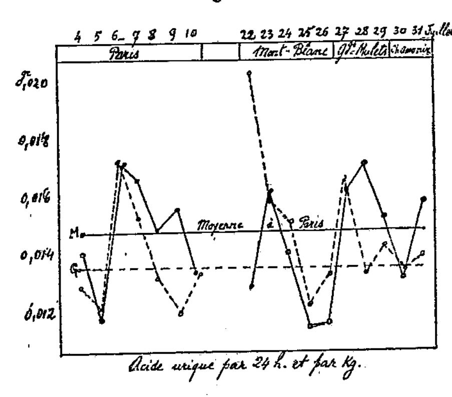
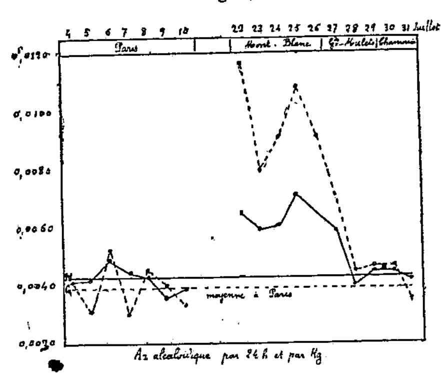


Fig. 4.



élimination normale lorsque la diurèse se rétablit. Cette rétention porte d'ailleurs aussi bien sur les matières minérales que sur les matières organiques; toutefois la diminution

du rapport de déminéralisation indique que nous retenons proportionnellement plus de matériaux salins que de matières organiques, rétention qui concorde avec l'hypothèse déjà indiquée d'une hydratation des tissus.

3. L'azote total et l'urée se comportent de même et il faut conclure à une rétention d'azote pendant la période d'acclimatement, soit, ce qui nous paraît le plus vraisemblable, que l'économie élimine insuffisamment ses déchets azotés, soit qu'elle fixe l'azote sous une forme utilisable; nous ferons remarquer que ce phénomène est sans doute en relation avec la néoformation d'hémoglobine qui exige la fixation d'une notable quantité d'azote.

Il faut remarquer toutefois que l'azote total et l'azote de l'urée ne décrivent pas deux courbes parallèles. En effet, le rapport azoturique subit lui-même une diminution considérable; l'azote uréique diminue proportionnellement plus vite que l'azote total, il y a élimination plus considérable de substances azotées incomplètement oxydées. Notamment l'azote éliminé sous forme de substances alcaloïdiques a subi du fait du changement d'altitude une brusque et considérable augmentation; aussi en raison de la diminution de l'azote total, le rapport azote alcaloïdique augmente-t-il beaucoup. Ces fait sont évidemment en relation avec la diminution de la tension de l'oxygène dans l'atmosphère et celle des combustions organiques. Ils trouvent aisément leur explication dans la théorie du fonctionnement anaérobie du protoplasma cellulaire telle que l'a établie M. A. Gautier en 1881. M. Gautier a montré en effet que la cellule animale fonctionne anaérobiquement dans son protoplasma et forme des leucomaïnes qui sont détruites à la périphérie de la cellule grâce à l'arrivée du sang oxygéné; si, comme dans le cas actuel, l'oxygène vient à diminuer, on retrouve dans l'urine ces substances insuffisamment brûlées; elles mesurent pour ainsi dire l'intensité de la vie anaérobie des cellules.

Si l'on rapproche de cet excès de substances alcaloïdiques le fait, déjà constaté, de la rétention d'éléments azotés, il est probable que l'économie retient une certaine quantité de ces substances dont quelques-unes sont fort toxiques. Nous pensons que cette auto-intoxication par insuffisance passagère de la diurèse explique quelques-uns des symptômes du mal de montagnes (céphalalgie, somnolence, anorexie, vomissements, etc.).

4. L'acide urique ne présente pas de variations caractéristiques; les quantités éliminées oscillent autour de la même moyenne, en plaine et en montagne. Ce fait vient à l'appui de la théorie qui veut que l'acide urique soit un produit de dédoublement et non d'oxydation. En raison de la diminution de l'urée, le rapport $\frac{\text{acide urique}}{\text{urée}}$ subit une augmentation considérable; proportionnellement à la quantité d'urée éliminée, nous éliminons donc beaucoup plus d'acide urique en montagne qu'en plaine.

5. L'étude des coefficients cryoscopiques a donné les résultats suivants : les trois coefficients $\frac{\Delta V}{P}$, $\frac{\delta V}{P}$ et $\frac{\Delta}{\delta}$ ont subi pendant les deux premiers jours du séjour au sommet un abaissement considérable, puis ont regagné la normale pendant les deux jours suivants. La diminution du coefficient $\frac{\Delta V}{P}$ qui mesure la diurèse moléculaire totale

indique un ralentissement de la vitesse du sang dans les glomérules. La diminution du coefficient $\frac{\Delta}{\delta}$ qui mesure le taux des échanges moléculaires dans les canalicules urinaires doit être rapportée à la même cause. La diminution du coefficient $\frac{\delta V}{P}$ qui mesure la dépuration urinaire indique une rétention de produits toxiques.

Conclusions. — On peut conclure de ces faits que l'action des hautes altitudes sur la nutrition se traduit par les phénomènes suivants : diminution des oxydations, diminution de la diurèse, rétention d'éléments fixes. Cette action se fait sentir brusquement en même temps que se produit le changement d'altitude, puis, du quatrième au huitième jour suivant, on constate un retour progressif à la normale.

PHYSIOLOGIE. — *La rate et la sécrétion biliaire.* Note de M. **N.-C. Paulesco**, présentée par M. Armand Gautier.

La rate exerce-t-elle quelque influence sur la sécrétion de la bile? Telle est la question que nous nous sommes posée et à laquelle répond le présent travail.

Méthode (¹). — Nous avons analysé :

1° La bile vésiculaire d'un certain nombre de chiens ayant leur rate (27 analyses);

2° La bile vésiculaire d'un certain nombre de chiens dératés (19 analyses);

3° La bile vésiculaire (obtenue par ponction aspiratrice de la vésicule, après laparatomie) des mêmes chiens *avant* et *après* l'ablation de la rate (13 analyses sur 3 chiens).

Résultats. — Les résultats de ces analyses (rapportés à 10^{cm^3} de bile) se trouvent consignés dans les deux Tableaux suivants (²) :

Le Tableau I donne les chiffres les plus faibles et les plus forts obtenus dans 27 ana-

(¹) Pour les détails de la technique et des expériences, ainsi que pour l'historique de la question, voir *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1905.

(²) Dans ces Tableaux, les chiffres qui mesurent la *teinte de la bile* représentent l'épaisseur d'une colonne de bile (c'est-à-dire le nombre des divisions du colorimètre

lyses de bile de chiens ayant leur rate et dans 19 analyses de bile de chiens dératés (depuis 9 à 158 jours).

TABLEAU I.

	27 analyses. Chiens avec rate.	19 analyses. Chiens sans rate.
Teinte de la bile	1 à 16	1 à 15
Poids de la bile	10,14-10,48	10,24 -10,68
Extrait sec	1,37- 2,33	1,69 - 2,44
Eau	8,03- 8,85	7,84 - 8,46
Matières minérales	0,15- 0,21	0,16 - 0,20
Résidu alcoolique	0,04- 0,124	0,06 - 0,25
Sulfate de baryum	0,06- 0,09	0,056- 0,09

Le Tableau II suivant donne les chiffres obtenus dans une de nos expériences où, chez un même animal, nous avons pratiqué six analyses de bile : *deux avant* la splénectomie et *quatre après* la splénectomie (21, 39, 56 et 66 jours après cette opération).

TABLEAU II.

	Avant la splénectomie.	*Après* la splénectomie.			
		21 jours.	39 jours.	56 jours.	66 jours.
Teinte de la bile	7 à 6	6,5	6,5	7	15
Poids de la bile	10,37-10,36	10,40	10,34	10,38	10,31
Extrait sec	2,12- 1,96	2,23	2,23	2,38	1,69
Eau	8,25- 8,40	8,17	8,11	8	8,62
Matières minérales	0,20- 0,19	0,20	0,19	0,19	0,17

Conclusions. — De ces résultats nous croyons pouvoir conclure que :

1° La bile vésiculaire des chiens dératés ne diffère pas d'une façon notable, quant à sa composition, de la bile vésiculaire des chiens sains ayant leur rate intacte.

2° Chez le même chien, il n'y a pas de différence notable et constante entre la composition de la bile avant et après la splénectomie.

Dans les conditions de nos expériences, *la rate n'exerce donc aucune influence manifeste sur la formation de la bile.*

Dubosq occupées par la colonne de bile) ayant une teinte identique à celle d'un verre coloré étalon.

Le poids de la bile, celui de l'extrait sec, de l'eau, des cendres et du résidu alcoolique ont été déterminés par les procédés habituels.

Pour établir la proportion des acides biliaires (spécialement taurocholique), nous avons dosé le soufre de l'extrait alcoolique et nous l'avons pesé sous la forme de sulfate de baryum.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la formation de l'hémoglobine chez l'embryon.* Note de MM. L. Hugounenq et Albert Morel, présentée par M. Armand Gautier.

Dans une précédente Communication (1) nous avons insisté sur l'intérêt que présente l'étude des albuminoïdes de l'œuf pour l'intelligence des phénomènes chimiques corrélatifs à l'embryogenèse. Tout en poursuivant l'examen de la vitelline de l'œuf de poule, dont l'un de nous publiera prochainement les résultats détaillés, nous avons continué nos recherches sur l'hématogène.

On sait que sous ce nom Bunge a désigné une nucléo-protéide ferrugineuse complexe destinée à fournir le fer indispensable à l'élaboration de l'hémoglobine chez le poulet. Après avoir décrit un mode de préparation avantageux de cette substance, nous en avons déterminé la composition élémentaire (2) sur un échantillon aussi pur que possible. Nous nous proposons d'étudier, dans cette Note, la constitution de l'hématogène considéré comme une hémoglobine embryonnaire.

1° Kossel (3) avait déjà montré que le produit désigné par lui sous le nom de *nucléine du jaune d'œuf* ne donnait pas de xanthine ni de corps analogue par hydrolyse. Nous avons constaté, à notre tour, que, malgré son allure générale de protéide et sa teneur élevée en phosphore, l'hématogène n'est ni une nucléo-albumine, ni une nucléine, le dédoublement par les acides ne détachant de sa molécule ni composés puriques, ni hydrates de carbone.

L'œuf de poule ne paraît pas renfermer de matière protéique susceptible de fournir par hydrolyse la xanthine et ses satellites habituels : ceux-ci n'apparaissent que pendant le développement de l'embryon.

2° Sous l'action prolongée des acides chlorhydrique ou sulfurique à 50 pour 100, l'hématogène se dédouble en trois groupes de substances :

---

(1) Hugounenq et Morel, *Comptes rendus*, 10 avril 1905.

(2) Dans note première Note, nous ne signalions que des traces de soufre dans l'hématogène. Des recherches plus complètes nous ont permis de fixer à 0,57 pour 100 la proportion de cet élément.

(3) Kossel, *Zeitsch. f. physiol. Ch.*, t. X, p. 248.

des corps volatils, des acides amidés solubles et un pigment ferrugineux insoluble.

A. Les corps volatils comprennent : de l'ammoniaque et des composés azotés entraînant la moitié de l'azote total; on y trouve également des composés sulfurés.

B. Les acides amidés représentent 30 pour 100 de l'azote total. Comme ceux qui proviennent des albuminoïdes, ils sont constitués par un mélange d'acides monoamidés (18 pour 100) et d'acides diamidés (11 pour 100). La proportion élevée de ces derniers est digne de remarque : la même particularité se retrouve pour la globine dérivée de l'hémoglobine.

En même temps que les acides amidés on retrouve, dans la liqueur sulfurique, une matière humique ferrugineuse qui entraine la moitié du fer et le quart de l'azote de l'hématogène.

C. Quant au pigment insoluble de la liqueur sulfurique, il représente 7 pour 100 de l'hématogène et renferme à la fois du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, du soufre, de l'azote, du phosphore, du fer et, peut-être aussi, de petites quantités de calcium et de magnésium. C'est une substance amorphe d'aspect brun noir, rappelant celui de l'hématine ou des pigments dérivés de cette dernière.

Sa teneur en fer est plus élevée que celle de l'hématogène.

3° En résumé, l'hématogène, qu'on pourrait ranger dans le groupe encore mal défini des paranucléines, est constitué sur le type d'une hémoglobine décomposable en une matière protéique et en un pigment ferrugineux. Mais cette hémoglobine n'est pas étroitement différenciée chez l'embryon comme elle le sera plus tard chez l'adulte. Pendant le développement, l'hématogène évolue probablement pour réaliser l'hémoglobine; mais, obligé sans doute d'assurer dans l'œuf un certain nombre de fonctions, il contient, indépendamment d'une albumine et d'un pigment ferrugineux, une réserve de soufre, de phosphore, de chaux et de magnésie.

Nous poursuivons l'étude du pigment que nous venons de signaler afin d'établir ses relations avec l'hématine et ses dérivés.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'aurore boréale du 15 novembre et les perturbations magnétiques des 12 et 15 novembre.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Une aurore boréale a été signalée, le 15 novembre, vers 9^h du soir, en divers points du nord de la France, notamment à Béthune, Caen, Vannes,

et, au large des Sept-Iles, par M. le capitaine Basroger. A Paris, le ciel est resté couvert toute la nuit du 15 au 16, et le phénomène n'a pu être observé; mais les magnétographes du Parc Saint-Maur, du Val-Joyeux, de Nantes et de Perpignan ont enregistré une forte perturbation magnétique, qui a débuté brusquement le 15, à $3^h 25^m$ du soir (temps moyen de Paris), et dont le maximum d'intensité s'est produit précisément vers 9^h du soir.

De $8^h 59^m$ à $9^h 9^m$, la déclinaison, déjà bien inférieure à sa valeur normale depuis 8^h, a subi une diminution de 34′, immédiatement suivie d'un relèvement brusque de 42′ entre $9^h 9^m$ et $9^h 24^m$; les deux composantes horizontale et verticale avaient simultanément un mouvement inverse à celui de la déclinaison. Les aimants sont restés très agités toute la journée du 16.

Une première perturbation magnétique, du même ordre de grandeur, avait été observée dans les mêmes stations le 12. La plus grande oscillation des aimants, à 7^h du soir, était, comme le 15, dans le sens d'une diminution de la déclinaison et d'une augmentation de la composante horizontale, tandis que la variation de la composante verticale était, comme on le remarque le plus souvent, et contrairement à son mouvement du 12, en sens inverse de celui de la composante horizontale.

L'état du ciel n'a permis que de rares observations du Soleil la semaine dernière. Le 12 au matin, on a constaté la présence simultanée de neuf groupes de taches, la plupart dans l'hémisphère nord, à de faibles latitudes; dans le nombre, figurait la première grande tache d'octobre effectuant une seconde rotation, mais notablement diminuée en étendue; elle a dû passer au méridien central le 13 au soir et disparaître vers le 19.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations d'électricité atmosphérique sur la Terre de Graham.* Note de M. J. **Rey**, présentée par M. Mascart.

Pendant le séjour sur la terre de Graham de l'Expédition antarctique française, dirigée par M. le Dr J. Charcot, par 65°04′ de latitude Sud et 65°46′ de longitude Ouest nous avons pu effectuer des mesures du champ électrique de l'atmosphère au voisinage du sol, au moyen d'un électroscope Elster et Geitel et d'un collecteur à sels radio-actifs préparés par M. Curie.

La station d'observation avait été choisie sur un terrain découvert très légèrement ondulé, à quelques mètres seulement au-dessus du niveau de la mer. Avec le concours de M. le lieutenant de vaisseau Matha, quelques

mesures simultanées ont été faites, à l'aide de deux appareils identiques, d'une part à la station, de l'autre en un point bien dégagé de tout obstacle, à la surface même de la mer congelée; la concordance de ces mesures de réduction au plan nous a paru ne laisser aucune incertitude sur les résultats relatifs à la valeur absolue du champ.

Nos mesures portent sur une durée de deux mois; quoique discontinues, nous les avons assez multipliées pour pouvoir donner une idée de la loi de la variation diurne; celle-ci résulte du relevé d'environ 20000 lectures de l'électroscope, effectuées en novembre et décembre 1904.

Au cours de la journée, le champ électrique présente une oscillation simple, avec un minimum très net dans les premières heures de la matinée (vers $4^h 30^m$) et un maximum très accentué dans l'après-midi (à $2^h 30^m$).

Les valeurs moyennes horaires, dégagées de toute perturbation, sont :

Minuit 30	$1^h 30$	$2^h 30$	$3^h 30$	$4^h 30$	$5^h 30$	$6^h 30$	$7^h 30$	$8^h 30$	$9^h 30$	$10^h 30$	$11^h 30$
$64^v,1$	$60^v,6$	$58^v,7$	$54^v,5$	$50^v,5$	$53^v,6$	$56^v,0$	$67^v,2$	$64^v,2$	$78^v,0$	$80^v,1$	$80^v,4$
Midi 30	$13^h 30$	$14^h 30$	$15^h 30$	$16^h 30$	$17^h 30$	$18^h 30$	$19^h 30$	$20^h 30$	$21^h 30$	$22^h 30$	$23^h 30$
$68^v,7$	$78^v,9$	$94^v,6$	$79^v,4$	$89^v,3$	$77^v,8$	$67^v,6$	$74^v,2$	$62^v,9$	$61^v,7$	$55^v,0$	$62^v,6$

L'amplitude moyenne de la variation diurne est de $44^v,1$, et la valeur moyenne du champ $68^v,4$.

Par ciel serein, la valeur moyenne du champ est de $62^v,4$; par temps couvert, cas de beaucoup le plus fréquent, elle est de $68^v,7$.

En aucune circonstance le champ électrique n'a été trouvé négatif.

Les coups de vent de NE et d'ENE, très fréquents dans cette région, et aussi remarquables par leur grande intensité que par l'élévation considérable qu'ils déterminent dans la température, augmentent notablement la valeur moyenne du champ, et exagèrent, en faisant plus que le doubler, le maximum de l'après-midi.

Les brouillards, quand ils sont persistants, doublent la valeur moyenne du champ. Les précipitations de neige, au contraire, la diminuent.

On retrouve ainsi, à la lisière du cercle polaire antarctique, le caractère de la variation diurne signalé par M. Chauveau comme représentant la loi probable de cette variation en dehors de toute influence perturbatrice, et nos résultats s'accordent sur ce point avec ceux qu'avaient obtenus MM. Lemström et Biese, Sodankylä dans le nord de la Finlande, de 1882 à 1883.

La valeur absolue du champ, volts par mètre, est nettement inférieure aux valeurs constatées dans les régions tempérées. On sait, d'autre part, que S.-A. Andrée, dans ses observations du Cap Thordsen (Spitzberg), avait trouvé par cette latitude des plus hautes (78° N), un champ très faible, d'en-

viron 8 volts. Nos résultats confirment donc l'hypothèse déjà faite d'un affaiblissement du champ terrestre à mesure que l'on se rapproche des pôles.

Nos mesures du champ électrique ont été complétées par une série de mesures de la vitesse de déperdition de l'électricité dans l'air atmosphérique, faites au moyen du dispositif imaginé par MM. Elster et Geitel.

Nous n'avons pas constaté de différence sensible entre les vitesses de dispersion des charges positives et des charges négatives.

La valeur moyenne du coefficient de Coulomb, qui représente la fraction de charge perdue par minute de temps, a été de 0,0309.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 NOVEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la distillation du cuivre.* Note de M. Henri Moissan.

Dans l'ensemble de nos recherches sur l'étude des réactions chimiques aux températures élevées, nous avons démontré qu'il n'existait plus de corps réfractaires et que tous ces corps, soit simples, soit composés, pouvaient prendre l'état liquide, puis l'état gazeux. Un certain nombre de composés sont détruits par simple élévation de température, mais, par contre, d'autres combinaisons sur lesquelles, avant nos recherches, on n'avait que des idées peu précises, pouvaient se former à des températures élevées : tels les carbures, les siliciures et les borures, pour se décomposer enfin à une température qui est voisine de 3500° d'après les recherches de M. Violle (1).

Dans nos premières Notes, datant de 1892 et 1893, nous avons indiqué que tous les métaux pouvaient être volatilisés au four électrique. Nous avons pensé qu'il était utile de reprendre les expériences réalisées à cette époque afin de chercher à classer les points d'ébullition d'un certain nombre de métaux, en attendant que les physiciens puissent déterminer rigoureusement ces températures.

Distillation du cuivre. — La volatilisation de petites quantités de cuivre

(1) J. Violle, *Sur la température de l'arc électrique* (*Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 1273).

par la chaleur de l'arc électrique à la pression atmosphérique a déjà été obtenue par Despretz ([1]) en 1859, puis par Siemens et Huntington ([2]) en 1882. En 1905, MM. Krafft et Bergfeld ([3]) ont démontré que le cuivre entrait en ébullition dans le vide cathodique à 1600°.

L'expérience de la distillation du cuivre à la pression atmosphérique a été réalisée de la façon suivante : Nous avons placé dans le creuset de notre four électrique 300g de cuivre pur, coupés en fragments cylindriques, de 2cm³ environ de volume. Un tube de cuivre traversé par un courant rapide d'eau froide, ainsi que Deville l'avait fait dans ses expériences sur la dissociation, passait au milieu du four à quelques centimètres au-dessus du creuset et de l'arc.

Il permettait de condenser rapidement une partie des vapeurs. Enfin, lorsque nous voulions recueillir une plus grande quantité de ces vapeurs, on perçait le couvercle du four et l'on disposait, au-dessus de cette ouverture, une cloche cylindrique en verre mince, ainsi que nous l'avons indiqué à propos de notre expérience sur la distillation de la silice ([4]).

Nous avons cherché à rendre le courant aussi constant que possible, dans nos expériences, en écartant plus ou moins les électrodes au fur et à mesure que l'atmosphère intérieure du four devenait plus conductrice par suite de l'abondante formation des vapeurs métalliques. Nous tenons à faire remarquer, à ce propos, que les électrodes cylindriques étaient terminées par des cônes de façon à donner de la fixité à l'arc et que nous utilisions le courant alternatif.

Les expériences d'une même série sont donc suffisamment comparables entre elles.

Nous rappellerons que, depuis nos premières expériences, M. Féry, en utilisant notre four électrique, a indiqué, au moyen de sa lunette pyrométrique ([5]), que le point d'ébullition du cuivre était voisin de 2100°.

Suivant les expériences de MM. Krafft et Bergfeld, cette température

---

([1]) Despretz, *Expériences sur quelques métaux et sur quelques gaz* (*Comptes rendus*, t. XLVIII, 1859, p. 362).

([2]) W. Siemens and Huntington, *On the electric furnace* (*Chemical News*, t. XLVI, 1882, p. 163).

([3]) Krafft et Bergfeld, *Berichte*, t. XXXVIII, 1905, p. 254.

([4]) H. Moissan, *Le four électrique*, p. 51-1879, et Moissan, *Traité de Chimie minérale*, t. II, p. 457.

([5]) Féry, *Détermination des points d'ébullition du cuivre et du zinc* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXVIII, 1903, p. 428).

déterminée d'après les points de vaporisation et d'ébullition du métal dans le vide serait de 2240°.

Dans la première expérience, nous avons chauffé 300^g de cuivre pendant 5 minutes avec un courant de 300 ampères sous 110 volts. On voit nettement le métal fondre, puis, après 3 minutes, entrer en ébullition. Le tube froid se recouvre de métal et la cloche d'un mélange de globules métalliques et d'oxyde. Le culot métallique, après l'expérience, ne pesait plus que 250^g. Après 5 minutes de chauffe, nous avons donc distillé 50^g de cuivre.

Une deuxième expérience, faite avec le même poids de cuivre et la même intensité de courant, ne nous a donné, après 6 minutes, qu'un résidu de 140^g; ce qui nous indique une volatilisation de 160^g de métal.

Enfin une troisième expérience, d'une durée de 8 minutes, nous a fourni, en partant du même poids de cuivre et d'une même densité de courant, un résidu de 67^g, c'est-à-dire une volatilisation de 233^g de métal.

Si l'on examine le dépôt condensé sur le tube froid, on remarque que, en particulier dans la dernière expérience, il est formé d'un feutrage de filaments de cuivre de 5^{mm} à 7^{mm} d'épaisseur. L'aspect de ces derniers rappelle celui de l'argent filiforme. Ce feutrage présente, à la loupe, des ramifications légères, brillantes et irisées, qui donnent à la masse l'aspect du velours. Certains de ces filaments ont l'aspect de feuilles de fougère dont les frondes seraient arrondies. Leur couleur varie du rouge au jaune et présente de beaux phénomènes d'irisation. La densité de ce cuivre distillé, lorsqu'on l'a traité par l'acide acétique pour enlever une petite quantité de chaux qui le souille, est de 8,16. Cette densité est plus faible que celle du cuivre fondu, ce qui tient à l'occlusion d'une petite quantité de gaz (¹). D'après Kahlbaum, Roth et Siedler la densité du cuivre distillé est de 8,932 (²). Notre échantillon donne à l'analyse : cuivre 99,76 et ne renferme comme impureté qu'une très petite quantité de chaux et de graphite. La surface de cette masse poreuse s'altère plus rapidement à l'air humide que la surface polie du cuivre fondu. Mais ses propriétés chimiques, vis-à-vis du chlore, de l'acide chlorhydrique, de l'hydrogène sulfuré ou de l'acide sulfurique sont identiques à celles de la limaille de cuivre. Dès que ce métal est traité par l'acide azotique étendu, les irisa-

(¹) CARON, *Comptes rendus*, t. LXIII, 1886, p. 1129.

(²) KAHLBAUM, ROTH et SIEDLER, *Ueber Metalldestillation und über destillierte Metalle* (*Zeitschrift für anorganische Chemie*, t. XXIX, 1902, p. 177).

tions superficielles disparaissent aussitôt et la couleur rouge du cuivre apparaît.

La matière pulvérulente, qui s'est déposée en abondance sur la cloche de verre, est formée surtout d'oxyde de cuivre, de chaux vive et de sphérules noires. Par conséquent la vapeur de cuivre au contact de l'air a brûlé rapidement en fournissant de petits globules d'oxyde noir dont quelques-uns renferment encore au centre une très petite sphère de métal rouge.

Enfin, entre la surface du four et celle du couvercle ainsi que sur les électrodes, on rencontre un grand nombre de petites gouttelettes de cuivre métallique d'un rouge plus ou moins foncé. On trouve parfois quelques petites aiguilles déliées de cuivre ou de petits cristaux sans forme bien nette.

Le métal qui restait dans le creuset a fixé une très petite quantité de fer, de chaux et d'alumine provenant des impuretés des électrodes. Mais, ce qui est beaucoup plus important, ce métal contient du graphite.

Lorsque le courant vient d'être arrêté et que le cuivre est en pleine ébullition, si l'on sort le creuset du four et qu'on le laisse refroidir lentement, on voit bientôt apparaître une croûte qui flotte sur le cuivre en fusion. Dès que la solidification commence sur le pourtour, on voit nettement de petits cristaux de graphite sortir du métal, puis la masse en fusion se boursoufle et il se produit un abondant dégagement gazeux. Différents observateurs ont déjà appelé l'attention sur cette solubilité des gaz dans le cuivre liquide [1]. Lorsque le culot métallique est complètement refroidi, si l'on a évité un accès trop rapide de l'air, on voit qu'il est recouvert d'une couche onctueuse de graphite comme ces fontes manganésées produites par un haut fourneau marchant en allure trop chaude.

Ce graphite soit amorphe, soit cristallisé, séparé par un traitement à l'acide azotique étendu, puis lavé et séché, a une densité de 2,12. Sa température d'inflammation dans l'oxygène est de 680°. Il renferme comme impuretés du silicium, du fer et du magnésium qui proviennent du creuset et des électrodes. Sa composition est la suivante : carbone, 96,25 ; cendres, 3,36 ; hydrogène, 0,21. Les cristaux de graphite et les impuretés se sont concentrés entre les joints des cellules du métal ainsi que M. Osmond l'a déjà observé dans des circonstances analogues.

---

(1) CARON, *De l'absorption de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone par le cuivre en fusion* (*Comptes rendus*, t. LXIII, 1866, p. 1129). — HAMPE, *Chem. centr. Bl.*, t. V, p. 104.

En sciant ce culot de cuivre, puis en polissant sa section et en l'examinant au microscope, on reconnaît qu'il renferme un grand nombre de petites cavités sphériques. Chacune de ces géodes est tapissée de cristaux noirs brillants qui, séparés du métal par l'acide azotique, fournissent de l'oxyde graphitique en les traitant par le mélange d'acide azotique fumant et de chlorate de potassium. A sa température d'ébullition, le cuivre dissout donc le carbone et l'abandonne par le refroidissement sous forme de graphite.

Si l'on refroidit brusquement le culot de cuivre, encore à sa température d'ébullition, dans de l'eau froide, le métal, au moment de sa solidification, roche avec vivacité et l'intérieur du culot présente alors de grandes cavités remplies de graphite. La teneur en graphite était au milieu du culot métallique de 1,62 pour 100 et sur le bord de 1,58.

Nous ajouterons qu'en augmentant l'intensité du courant jusqu'à 800^{amp} sous 110^{volts} et en prenant un creuset qui puisse contenir 8^{kg} à 10^{kg} de cuivre, il est facile d'en distiller plusieurs kilogrammes en quelques minutes.

Conclusions. — En résumé, le cuivre peut être distillé avec facilité au four électrique; lorsque sa vapeur est condensée sur un corps froid, on peut obtenir un feutrage de cuivre filiforme présentant toutes les propriétés du cuivre ordinaire. A sa température d'ébullition, le cuivre dissout le graphite et l'abandonne plus ou moins cristallisé par refroidissement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des dérivés benzylidéniques de l'anthrone ou anthranol.* Note de MM. **A. Haller** et **Padova.**

Parmi les produits de réduction de l'anthraquinone, M. Liebermann [1] a isolé un composé $C^{14}H^{10}O$ auquel il assigne l'une ou l'autre des deux formules

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}COH\\ \\CH\end{matrix}\right\rangle C^6H^4, \qquad C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CH^2\\ \\CO\end{matrix}\right\rangle C^6H^4.$$

I. Anthranol. II. Anthrone.

La facilité avec laquelle ce composé donne naissance à des dérivés

(1) Liebermann, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CCXII, 1882, p. 6; *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XX, 1887, p. 1854.

acylés, en particulier à de l'acétylanthranol $C^6H^4\langle\rangle C^6H^4$ (COC²H³O en haut, CH en bas), a conduit l'auteur à opter pour la formule I.

$$C^6H^4 \underset{CH}{\overset{COC^2H^3O}{\langle\rangle}} C^6H^4$$

Plus tard, M. Goldmann ([1]), en soumettant l'anthranol à l'action du chlore, a montré qu'il se forme du dichlorure d'anthraquinone ou dichloroanthrone $C^6H^4 \underset{CO}{\overset{CCl^2}{\langle\rangle}} C^6H^4$, composé identique avec celui qu'avaient préparé MM. Thörner et Zincke ([2]) en chlorurant l'*o*-tolylphénylcétone.

Dans un autre travail, M. Goldmann ([1]) a également fait voir que, lorsque l'on traite l'anthranol par de la potasse et des iodures alcooliques, on réalise la formation des trois composés suivants

$$C^6H^4 \underset{CH}{\overset{COR}{\langle\rangle}} C^6H^4, \qquad C^6H^4 \underset{CR}{\overset{COR}{\langle\rangle}} C^6H^4, \qquad C^6H^4 \underset{CO}{\overset{C(R)(R)}{\langle\rangle}} C^6H^4,$$

dont le dernier est sans contredit un dérivé dialcoylé de l'anthrone, tandis que les deux premiers se rattachent à l'anthranol.

Suivant les conditions de milieu, le composé $C^{14}H^{10}O$ se comporte donc soit comme une molécule hydroxylée (anthranol), soit comme un dérivé méthylénique (anthrone). S'il est susceptible d'affecter la forme méthylénique, il doit pouvoir se condenser avec les aldéhydes pour donner naissance à des combinaisons non saturées suivant l'équation

$$RCHO + C^6H^4 \underset{CO}{\overset{CH^2}{\langle\rangle}} C^6H^4 = C^6H^4 \underset{CO}{\overset{C=CH-R}{\langle\rangle}} C^6H^4 + H^2O,$$

combinaisons dont on connaît déjà un exemple, la *benzylidèneanthrone* ou *déhydrobenzyloxanthranol*, préparé jadis, par Levi d'abord et C. Bach

---

([1]) GOLDMANN, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXI, 1888, p. 1176 et 2505.

([2]) THÖRNER et ZINCKE, *ibid.*, t. X, 1877, p. 1480.

ensuite, en déshydratant le benzyloxanthranol obtenu par la réaction du bromure de benzyle sur l'anthraquinone, en présence de la potasse et du zinc en poudre (1).

Ce benzyloxanthranol peut d'ailleurs se préparer par une autre voie. L'un de nous a, en effet, montré, avec M. A. Guyot (2), que les aryloxanthranols prennent naissance quand on traite l'anthraquinone par les combinaisons organomagnésiennes, selon la méthode de Grignard. En substituant le chlorure de benzylmagnésium aux dérivés magnésiens du benzène ou toluène bromé, M. Sponagel et l'un de nous ont réussi à reproduire le benzyloxanthranol fondant à 146° de MM. Levi et Bach.

Un mélange de 104g d'anthraquinone, de 25g de magnésium en poudre, de 125g de chlorure de benzyle et de 5l d'éther a été, à cet effet, chauffé pendant 30 heures dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. On distille ensuite le dissolvant et la masse restante, après avoir été pulvérisée, est introduite dans la glace fondante. Il se sépare un magma résineux que l'on épuise par de l'éther. La solution séchée sur du sulfate de soude anhydre laisse, après distillation de l'éther, une huile jaune foncé à fluorescence verte qui, dissoute dans une petite quantité de xylène additionnée subséquemment d'éther de pétrole, se précipite sous la forme d'une masse microcristalline, blanchâtre, qui n'est autre chose que le benzyloxanthranol. Après deux cristallisations dans l'alcool méthylique chaud, on obtient des cristaux blancs fondant à 146° identiques au produit de MM. Levi et Bach.

Traité par de l'acide sulfurique, selon la méthode des savants allemands, il perd de l'eau et fournit de la benzylidèneanthrone.

Cette déshydratation s'effectue plus facilement en faisant passer un courant d'acide chlorhydrique dans une solution acétique du benzyloxanthranol maintenue à 100° et précipitant le produit par de l'eau. Purifiée par cristallisation, la benzylidèneanthrone se présente sous la forme de belles aiguilles jaunes fondant à 127°.

Condensation des aldéhydes benzoïque, anisique et m. nitrobenzoique avec l'anthrone. — Cette condensation s'effectue par l'intermédiaire de la pipéridine et au sein de la pyridine anhydre employée comme dissolvant. Cette dernière base est incapable de provoquer à elle seule la condensation, aussi bien que la déshydratation de l'alcoyloxanthranol déjà formé.

---

(1) Levi, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XVIII, 1885, p. 2152. — C. Bach, *ibid.*, t. XXIII, 1890, p. 1567.

(2) A. Haller et A. Guyot, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, 1904, p. 797.

Benzylidèneanthrone (déhydrobenzyloxanthranol). — On chauffe pendant 6 heures au réfrigérant ascendant un mélange de $17^g,5$ d'anthranol, préparé par la méthode de Liebermann et Gimbel (1), $9^g,5$ d'aldéhyde benzoïque, 60^{cm^3} de pyridine sèche et 30 gouttes de pipéridine. Sans laisser refroidir, la liqueur, qui a pris une couleur rouge foncé, est ensuite versée dans un léger excès d'acide chlorhydrique concentré, étendu de la moitié de son volume d'eau. Il se sépare une résine d'un jaune brun, qui devient rapidement solide, lorsqu'on refroidit le récipient au moyen d'eau glacée. On broie la masse sous l'acide, on laisse reposer et l'on filtre. Le produit solide, renfermant toujours de petites quantités d'aldéhyde benzoïque, est abandonné à l'air pendant 12 heures environ, puis lavé avec une solution légèrement alcaline pour enlever l'acide benzoïque.

La masse restante est enfin traitée par 200^{cm^3} d'acétone qui dissout le dérivé cherché, tandis qu'elle laisse à l'état insoluble un corps qui s'est montré être de l'anthraquinone (3^g).

Pour retirer la benzylidèneanthrone de sa solution acétonique, il suffit d'ajouter à celle-ci 200^{cm^3} d'eau glacée, de recueillir la résine jaune qui se précipite et de la faire cristalliser dans l'alcool éthylique. On obtient ainsi, avec un rendement de 36 pour 100 de la théorie, des aiguilles jaunes fondant à 126°-127°, solubles dans l'alcool, le chloroforme, le benzène, insolubles dans la ligroïne et qui présentent la composition de la benzylidèneanthrone.

Des eaux mères on a pu retirer des petites quantités d'un corps fondant entre 233° et 236° et qui est probablement constitué par du dianthranol de Dimroth (2).

Anisylidène ou *p-méthoxybenzylidèneanthrone* $$C^6H^4 \left\langle \begin{array}{c} C{=}CH\,C^6H^4\,O\,CH^3 \\ CO \end{array} \right\rangle C^6H^4.$$

— Ce corps a été préparé comme la benzylidèneanthrone. Ici encore on a observé la formation d'anthraquinone provenant de l'oxydation de l'anthranol. Le rendement a été de 22 pour 100 de la théorie.

L'*anisylidèneanthrone*, cristallisée au sein de l'alcool ou de l'acide acétique, se présente sous la forme de longues aiguilles d'un jaune clair fondant à 140°,5-141°,5.

Elle est moins soluble que le corps précédent dans l'alcool, l'acide acé-

---

(1) Liebermann et Gimbel, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XX, 1888, p. 1854.

(2) Dimroth, *Ibid.*, t. XXXIV, 1901, p. 223.

tique, l'éther acétique, le chloroforme et le benzène et est insoluble dans la ligroïne.

m.-Nitrobenzylidèneanthrone : $C^6H^4\langle\, C{=}CHC^6H^4NO^2 \,;\, CO \,\rangle C^6H^4$. — Ce composé se forme dans les mêmes conditions que les dérivés que nous venons de décrire. Mis à cristalliser dans l'acide acétique puis dans le benzène, il fond entre 165°,5 et 166°,5. Le chloroforme, le benzène, l'acide acétique, la pyridine à chaud le dissolvent assez facilement, mais il est peu soluble dans les alcools méthylique et éthylique et insoluble dans la ligroïne et l'éther de pétrole.

En résumé, le composé $C^{14}H^{10}O$ est un corps tautomère, car, dans les conditions où nous venons d'opérer, il se comporte, non pas comme de l'anthranol $C^6H^4\langle\, COH \,|\, CH \,\rangle C^6H^4$, mais comme son isomère, l'anthrone $C^6H^4\langle\, CH^2 \,;\, CO \,\rangle C^6H^4$.

Grâce à cette tautomérie qu'il manifeste en présence des réactifs alcalins, l'anthranol se prête facilement à la préparation de combinaisons du genre de la benzylidènanthrone, combinaisons qu'on n'aurait pu produire qu'à l'aide des éthers haloïdes des alcools correspondant aux aldéhydes. Or on sait que la préparation de ces éthers n'est pas toujours facile.

L'étude de cette réaction que présente les aldéhydes vis-à-vis de l'anthranol sera poursuivie et étendue à d'autres anthranols.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la nitrification intensive.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

Depuis l'époque, lointaine déjà, où l'un de nous a montré, avec M. Th. Schlœsing, que la nitrification naturelle est le résultat de l'action microbienne, des travaux nombreux ont élucidé bien des points de ce phénomène. En première ligne, il faut citer ceux de M. Winogradsky, qui a isolé

et cultivé à l'état de pureté les organismes remplissant la fonction nitrifiante et établi que, à l'encontre de leurs congénères, ils peuvent se développer dans des milieux exempts de matière organique.

Depuis, les recherches de divers savants, en particulier de M. Warington, de M. Omeliansky, de MM. Boullanger et Massol, ont précisé les conditions dans lesquelles agissaient les ferments nitrificateurs.

Leurs études ont été effectuées avec une méthode scientifique irréprochable, par des cultures pures et dans des milieux chimiquement définis.

Le but, en quelque sorte abstrait, que s'étaient proposé ces savants, exigeait cette rigueur dans le mode opératoire. Mais les conditions sont plus complexes dans la nitrification naturelle, où les organismes qui la produisent se trouvent en lutte avec la multiplicité des autres microbes qui pullulent dans les sols, milieux essentiellement variables, sièges principaux de la nitrification.

Nous avons repris l'étude de la nitrification en nous proposant comme but d'arriver à une nitrification intensive, c'est-à-dire à l'obtention de grandes masses de nitrates, par l'établissement de nitrières à action rapide et à hauts rendements.

Ce n'est pas au point de vue des applications agricoles que nous nous sommes placés; il n'est pas en effet de grande importance de donner aux cultures l'azote tout nitrifié; on peut le leur fournir sous toute autre forme, puisque le sol auquel on incorpore les matières azotées se charge lui-même de leur transformation en nitrates.

Nous avons surtout envisagé la production du nitre en vue de ses applications à la fabrication des munitions de guerre.

La guerre moderne a pour principal moyen d'action l'emploi des explosifs, et ceux-ci dérivent tous du nitre, qui a emmagasiné une somme d'énergie que les explosifs mettent en œuvre en la développant brusquement. Les effets prodigieux des engins de guerre sont le produit du travail accumulé par des infiniment petits dans le sein de la terre.

Autrefois, le nitre provenait principalement de l'Inde; mais, pendant les guerres de la Révolution et du premier Empire, où la France n'était pas maîtresse de la mer, on dut utiliser les ressources indigènes et l'art déjà ancien du salpêtrier se développa beaucoup, grâce surtout au concours de savants éminents. Aussi la production du nitre put-elle suffire aux besoins de la défense, d'abord, puis à ceux de l'attaque.

Vers 1840, la découverte des immenses gisements de nitrate de soude du Pérou enleva toute importance à la fabrication indigène et l'art du

salpêtrier disparut. Ce minerai sert encore aujourd'hui à la consommation du monde entier.

Mais nous posons ici un problème qui nous semble avoir son importance : c'est celui de la possibilité de l'approvisionnement. Sans envisager encore l'épuisement de ces gisements, nous pouvons prévoir le cas d'une guerre dans laquelle la France, comme en 1793 et pendant toute la durée du premier Empire, verrait ses communications maritimes interrompues. La source des approvisionnements de nitre et, par suite, des munitions de guerre serait tarie. Il faudrait alors utiliser les ressources locales en salpêtre, comme le faisaient nos ancêtres. Mais les quantités qui ont suffi à la fin du XVIIIe siècle et au commencement du XIXe siècle suffiraient-elles aujourd'hui? Les sols de caves et d'étables, les nitrières établies comme celles d'autrefois pourraient-elles, en temps voulu, fournir assez de salpêtre pour les besoins des armées de terre et de mer? On peut répondre hardiment que non et qu'il s'en faudrait de beaucoup.

La consommation de munitions qui se fait dans les guerres modernes est incomparablement, peut-être cinquante ou cent fois, supérieure à ce qu'elle était il y a un siècle; nous en avons eu un exemple récent sous les yeux, dans les péripéties de la guerre russo-japonaise, où cette consommation a été jusqu'au gaspillage, mais à un gaspillage probablement nécessaire, tout au moins inévitable.

Au moment de l'effort, aucune considération d'économie ne doit intervenir; il faut donc que les approvisionnements soient pour ainsi dire illimités.

Les moyens employés autrefois pour produire le nitre ne suffiraient donc certainement pas, mais on peut espérer qu'en mettant à profit les notions nouvellement acquises sur le processus de la nitrification, on arriverait à établir des nitrières à action beaucoup plus rapide, et à rendements beaucoup plus élevés.

C'est à la solution de ce problème que nous nous sommes attachés, et nous rendons compte ici des premiers résultats que nous avons obtenus.

Le nitre se produit dans la nature par l'oxydation des matières azotées les plus diverses, surtout des résidus de la vie animale et végétale. Mais l'azote doit au préalable se transformer en combinaison ammoniacale. Nous avons commencé par étudier la nitrification des sels ammoniacaux, qu'on peut trouver en quantité notable sur le marché indigène, tirés des sous-produits de la fabrication du gaz et du coke, et de la distillation des matières de vidange.

Ces sels peuvent d'ailleurs être préparés avec toutes les matières azotées

organiques et, si besoin était, on pourrait en augmenter les quantités d'une façon presque illimitée.

Ultérieurement, nous aurons à examiner, également au point de vue de la nitrification intensive, la transformation directe des diverses matières azotées, sans fabrication préalable de sels ammoniacaux.

Nous avons d'abord cherché dans quelle mesure on pouvait rendre la nitrification intensive, en opérant sur des solutions coulant sur des supports solides et inertes, qui les étalaient au contact de l'air. Les escarbilles concassées avaient été employées avec succès dans les champs d'épuration des eaux d'égout.

MM. Boullanger et Massol ont mis en lumière leur rôle accélérateur. En recherchant les supports les plus avantageux, nous avons trouvé que le noir animal en grains avait une aptitude beaucoup plus grande que les escarbilles à favoriser l'oxydation, surtout lorsque l'on opérait sur des solutions, relativement concentrées, de $7^{g},5$ de sulfate d'ammoniaque par litre. Nous avons arrosé d'une manière identique des champs oxydants; l'un formé de noir animal, l'autre d'escarbilles, et nous avons constaté que sous un volume de 10^{dm^3} le noir animal pouvait produire par jour une quantité de nitre exprimée en azotate de potassium de

$$8^{g},10 \quad (^{1})$$

tandis que les escarbilles n'en fournissaient que

$$4^{g},54.$$

En possession d'un support d'une grande supériorité sur ceux que l'on avait employés jusqu'à présent, nous avons recherché les conditions les plus favorables à la production d'une grande masse de salpêtre, en opérant à une température voisine de 30°.

On savait déjà qu'on ne pouvait pas augmenter indéfiniment la concentration des solutions ammoniacales; nous plaçant au point de vue de l'obtention de la plus grande quantité de nitrates, nous avons fait varier cette concentration. Le maximum d'effet, comme production journalière, nous a été donné avec $7^{g},5$ de sulfate d'ammoniaque par litre, qui ont produit régulièrement pour 10^{dm^3} de noir et par jour

$$8^{g},10 \text{ de salpêtre}$$

tandis qu'avec 10^{g} par litre nous n'en avons plus obtenu que

$$6^{g},22.$$

(1) Tous nos résultats sont exprimés en azotate de potassium.

Nous nous sommes donc arrêtés à une solution nitrifiable de $7^g,5$ par litre, en en faisant passer sur le noir, préalablement ensemencé d'organismes nitrifiants, des quantités telles que l'azote ammoniacal fût presque entièrement nitrifié, sans nous attacher cependant à obtenir une nitrification complète, qui eût obligé à ralentir la marche de l'opération et eût diminué d'autant la production journalière du nitre, but principal de nos essais. Nous avons pu ainsi pousser le volume des solutions d'arrosage à 960^{cm^3} par jour pour 10^{dm^3} de noir.

Ce résultat montre qu'il est possible de préparer, sur un volume relativement réduit de noir animal, des quantités considérables de nitre.

En effet, en partant de ces données, si l'on établissait sur la surface de 1^{ha} une couche de noir en grains de 2^m de hauteur, ayant de place en place des cheminées d'appel déterminant une aération, le tout étant d'ailleurs clos et abrité, avec la possibilité d'y entretenir une température de serre chaude, on pourrait, par l'arrosage méthodique avec une solution de sulfate d'ammoniaque à $7^g,5$ par litre, obtenir la quantité de 16000^{kg} de salpêtre par jour, soit dans l'année 5 à 6 millions de kilogrammes,

On voit donc que sur une surface relativement restreinte, en partant d'un sel ammoniacal, il est possible de produire d'énormes quantités de nitre.

Cependant cette nitrière intensive, reposant sur l'emploi de solutions ammoniacales, présente un grave inconvénient : c'est l'état de dilution dans lequel se trouve le nitre produit, et qui oblige à évaporer de grandes masses d'eau.

En effet, le liquide nitrifié ne renferme que 8^g à 9^g de salpêtre par litre et ce degré de dilution enlève beaucoup de sa valeur à ce mode de nitrification, d'ailleurs si rapide.

Il convient de chercher si ces liquides ne peuvent pas être enrichis considérablement en nitrates, pour diminuer d'autant les frais de concentration. Nous avons déjà dit qu'on ne pouvait pas augmenter la proportion initiale de sel ammoniacal, sans voir l'activité nitrifiante se ralentir ; mais nous savons, par les recherches de MM. Boullanger et Massol, que les liquides déjà riches en nitre peuvent continuer à nitrifier quand on y ajoute des sels ammoniacaux.

Nous avons pensé qu'au lieu d'évaporer la solution ne renfermant qu'environ 1 pour 100 de nitre, on pouvait y introduire une quantité de sel ammoniacal identique à celle qu'elle avait à l'origine; la faire repasser sur le champ oxydant une ou plusieurs fois, en remplaçant chaque fois le sel ammoniacal nitrifié, jusqu'à la limite où la proportion de nitre formé

entrave la nitrification. Nos recherches se poursuivent sur ce point.

En opérant comme nous venons de le dire, sur des solutions de sels ammoniacaux, on pourrait dans tous les cas produire de grandes quantités de nitre.

Mais nous avons cru plus intéressant d'étudier la nitrification intensive au sein de la terre, dans des nitrières artificielles ayant de l'analogie avec celles que l'on employait autrefois, mais à activité beaucoup plus grande.

Le premier point que nous avons cherché à élucider, c'est celui de la quantité maxima pouvant être nitrifiée en un temps donné, les terres étant dans l'état d'humidité le plus favorable, ce qu'on apprécie facilement par l'aptitude à l'émiettement.

On y a introduit du sulfate d'ammoniaque en quantité suffisante pour qu'elles puissent manifester toutes leurs propriétés oxydantes, en évitant les doses susceptibles de produire un ralentissement.

L'humidité était maintenue constante et les terres étaient soumises aux fluctuations de température d'un local clos, entre 15° et 22°; elles étaient placées dans des caisses et remuées de temps en temps avec un instrument en fer, pour simuler un labour. Les quantités de nitre formées dans le même temps variaient sensiblement d'une terre à l'autre. Nous citerons quelques-uns des chiffres obtenus : un mélange à parties égales de terre franche et de terreau, additionné de 2 pour 1000 de sulfate d'ammoniaque, a donné par 24 heures et par kilogramme $0^{g},350$ de nitrates, soit 350^{g} par mètre cube. Une nitrière de 1^{ha} de surface, avec une couche de 50^{cm} d'épaisseur, donnerait ainsi une production journalière de 1750^{kg} de salpêtre, soit environ $650\,000^{kg}$ par an.

Un terreau bien consommé, provenant d'un mélange de feuilles, de fumier et de terre, additionné de 1 pour 1000 de sulfate d'ammoniaque, a produit par kilogramme et par 24 heures $0^{g},630$ de salpêtre, soit 3250^{kg} pour 1^{ha} avec une couche de 50^{cm} d'épaisseur ou, pour une année, $1\,200\,000^{kg}$.

Nous ne sommes probablement pas encore arrivés à la limite maxima de production journalière, mais on voit déjà qu'il est possible d'obtenir sur des surfaces relativement restreintes des quantités énormes de salpêtre, incomparablement supérieures à celles que produisaient les nitrières artificielles qu'on établissait autrefois.

Ces nitrifications rapides étant obtenues, nous avons cherché jusqu'à quelle limite on pouvait pousser l'enrichissement en nitre. Dans ce but, nous remplacions à mesure le sulfate d'ammoniaque nitrifié. Nous avons constaté que la formation du nitre se continue malgré l'accumulation qui s'en produit dans les terres et qu'on peut les charger ainsi graduellement;

dans quelques-unes de nos terres en expérience, cette accumulation était telle que la terre, de légère et meuble qu'elle était, devenait pâteuse et plastique comme une argile compacte. Dans d'autres terres, elle se continuait jusqu'à la disparition complète du calcaire, s'arrêtant alors pour reprendre aussitôt qu'on rajoutait du calcaire.

Nous n'avons pas encore atteint la limite à laquelle l'accumulation de nitre empêche ou même entrave la nitrification; au point où nous en sommes de nos recherches, des terres de natures diverses : terreau, terre franche, terre mélangée de terreau, sont arrivées à une teneur variant entre 27^g et 33^g de salpêtre par kilogramme de terre; ce sont de véritables terres nitrées, analogues à celles que l'on trouve dans les régions tropicales, c'est-à-dire des matériaux salpêtrés d'une extraordinaire richesse.

Il était intéressant de déterminer le degré de saturation des liquides qui imprégnaient ces terres : le terreau renfermant près de 50 pour 100 d'eau se trouve contenir une solution de salpêtre de 55^g par litre; dans le mélange de terreau et de terre légère, avec 36 pour 100 d'eau, le degré de concentration est de 90^g par litre; dans une terre meuble, avec 18 pour 100 d'eau, il est de 157^g par litre et, dans une autre terre analogue, avec 15,5 pour 100 d'eau, de 143^g.

Par le lessivage méthodique de terres renfermant le nitre à l'état de solution aussi concentrée, on obtient des liquides si chargés de nitre que les frais d'évaporation deviennent insignifiants.

Ces premiers résultats montrent qu'en partant du sulfate d'ammoniaque, il est possible d'établir des nitrières à action beaucoup plus rapide et à production beaucoup plus intensive que les nitrières en usage autrefois pour la production des munitions de guerre.

Ils peuvent nous rassurer sur la possibilité de produire le nitre nécessaire à la défense nationale, dans le cas où les approvisionnements d'outre-mer se trouveraient supprimés.

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse totale du Soleil du 30 août 1905 à Tortosa.* Note de M. CH. ANDRÉ.

Dans l'observation de l'éclipse totale du 30 août dernier l'Observatoire de Lyon poursuivait deux buts distincts, l'un astronomique, l'autre physique.

Au point de vue astronomique, on voulait, au moyen de mesures de

cordes et de flèches, obtenir des données aussi nombreuses que possible pour servir à la détermination des éléments du système lunaire et, en particulier, les utiliser pour arriver à estimer la précision avec laquelle on peut observer les contacts externes qui paraissent plus difficiles.

Au point de vue physique nous nous proposions de rechercher si le phénomène de l'éclipse a sur l'électricité de l'atmosphère une influence analogue à celle qui se constate sur sa température mesurée au voisinage du sol.

M. Guillaume et moi nous étions chargés de la partie astronomique; M. Le Cadet s'occupait de la partie électrique.

Quant au choix de la station d'observation, M. Angot, le savant climatologiste du Bureau Central Météorologique, avait bien voulu faire une étude comparative des différents points de la zone de totalité et il m'avait signalé la région de Tortosa comme présentant de grandes chances de beau temps (à peu près les mêmes qu'à Guelma) et, comme l'Observatoire de l'Ebre que venait d'installer dans cette région le R. P. Cirera nous dispensait du soin de déterminer l'heure, nous résolûmes de nous installer à Roquetas, à 2^{km} de Tortosa et à 600^{m} à l'est de l'Observatoire du R. P. Cirera.

Dans cette Note, je ne m'occuperai que de la partie astronomique, laissant à M. Le Cadet le soin de rendre compte lui-même de ses observations (voir ci-après p. 925).

Notre matériel d'observation se composait d'un équatorial de 6 pouces d'ouverture avec micromètre et mouvement d'horlogerie et d'une pendule, le tout abrité par une coupole d'ailleurs fort simple, mais nécessaire pour soustraire la lunette à l'influence probable du vent (¹). Après une étude faite au moyen d'un appareil à éclipses artificielles dont j'ai déjà parlé à l'Académie (²), nous avions adopté, comme méthode d'observation, la projection sur un écran de l'image du Soleil et des fils du micromètre.

Voyons maintenant les observations elles-mêmes.

A notre réveil, le 30 août, le ciel est beau, sauf quelques nuages à l'horizon sud-est qui d'ailleurs sont d'abord absolument stationnaires; mais bientôt le vent s'élève du Nord et augmente peu à peu; néanmoins nous avons bon espoir, confiants sur notre coupole pour nous garantir de ses effets. Nous observons le premier contact externe et commençons nos mesures micrométriques; de légers nuages détachés passent alors successivement sur le Soleil, sans nuire aux observations. Cependant le vent augmente de force, nous subissons quelques rafales; mais, grâce à son abri, la lunette ne bouge point.

(¹) *Tortosa ventosa*, dit-on en Espagne.

(²) *Comptes rendus*, 17 juillet 1905.

Malheureusement, un quart d'heure avant la totalité, les nuages nous cachent le Soleil que nous n'avons revu que 20 minutes après la fin de ce phénomène.

Les mesures furent alors reprises et se continuèrent, avec quelques interruptions forcées, jusqu'au second contact externe que nous avons pu observer dans de bonnes conditions.

En fait, nous fîmes, avant la totalité, 43 mesures de cordes et 17 mesures de flèches; après la totalité, 19 mesures de flèches et 45 mesures de cordes, et nous observâmes directement les deux contacts externes. Les heures obtenues par observation directe des images projetées sont les suivantes en temps moyen de Paris :

Observateur.	Premier contact externe.	Deuxième contact externe.
M. André	$0^h 6^m 52^s,5$	$2^h 44^m 6^s,2$
M. Guillaume....................	$0^h 6^m 52^s,0$	$2^h 44^m 10^s,7$

Or, un calcul préliminaire, quoique déjà assez approché, donne par l'utilisation des mesures de cordes :

Premier contact externe.	Deuxième contact externe.
$0^h 6^m 53^s,3$	$2^h 44^m 8^s,9$

Conclusions. — 1° Tous ces nombres diffèrent à peine les uns des autres et beaucoup moins que ceux qui ont été publiés comme représentant les résultats obtenus, en un même lieu, par des observations directes à la lunette. Ce qui confirme les conclusions de notre étude antérieure avec l'appareil à éclipses artificielles;

2° L'étude d'une éclipse par une série de mesures micrométriques doit être considérée comme au moins équivalente, même au seul point de vue de la détermination des heures des contacts externes, à l'observation directe de ces contacts.

Dans une Note prochaine, je donnerai les conclusions qui résultent de la discussion de l'ensemble de nos mesures relativement aux éléments caractéristiques du système lunaire.

En terminant, je tiens à remercier très vivement le R. P. Cirera et ses collaborateurs, tout particulièrement les R. P. Dressel et Berloty, du concours si bienveillant et actif qu'ils ont bien voulu nous donner.

M. **Ditte**, faisant hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier, s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Ouvrage intitulé : *Étude générale des sels,* dans lequel j'examine les propriétés générales des matières salines. Comme je l'ai fait en toutes circonstances, je me suis appuyé d'une manière constante sur les principes de la Thermochimie, suivant en cela les préceptes de M. Berthelot. Les Tableaux numériques contenus dans cet Ouvrage sont extraits de son grand Ouvrage de Thermochimie avec l'autorisation bienveillante de notre illustre Secrétaire perpétuel; j'ai simplement mis les nombres à jour en tenant compte des nouvelles déterminations faites depuis 1897.

Le premier Volume est consacré aux sels binaires; le second aux sels ternaires oxygénés. On y trouvera réunis et résumés les principaux résultats épars dans de nombreux Mémoires originaux. Pour consulter ces travaux beaucoup de temps et de travail eussent été nécessaires; ce livre étant destiné surtout aux étudiants, j'ai essayé de leur diminuer la besogne et de leur faciliter ainsi l'étude de la Chimie; si j'ai pu y parvenir, c'est sans conteste à M. Berthelot qu'en appartient tout le mérite.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

La Céramique industrielle, par M. Albert Granger. (Présenté par M. Ditte.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'intensité lumineuse de la couronne solaire pendant l'éclipse totale du* 30 *août* 1905. Note de M. **Charles Fabry**, présentée par M. Deslandres.

Grâce à une aimable invitation de M. Deslandres, j'ai pu me joindre à la mission envoyée à Burgos par l'Observatoire de Meudon pour l'observation de la dernière éclipse totale. Mon programme comportait : une observation photographique du spectre éclair, une mesure de l'intensité lumineuse totale émise par la couronne solaire, et une mesure de l'éclat intrinsèque

en un point de la couronne. L'observation du spectre éclair n'a donné aucun résultat, à cause des nuages qui cachaient le Soleil aux moments des deuxième et troisième contacts. Pendant la totalité, le Soleil a été découvert pendant un laps de temps assez court, qui m'a suffi pour faire les deux observations photométriques projetées. Je parlerai ici de la mesure de l'intensité totale.

L'intensité lumineuse a été exprimée en unités photométriques ordinaires, c'est-à-dire en lux (le *lux* étant l'éclairement produit par une source lumineuse d'une bougie décimale sur un écran qui reçoit normalement ses rayons à 1^m de distance). Comme les étalons photométriques ne sont pas pratiques en plein air, j'ai employé une lampe intermédiaire de comparaison qui était une lampe électrique Auer à filament d'osmium, de 4 volts et 1 ampère environ, maintenue sous tension constante.

La différence de teinte entre les deux lumières à comparer introduit de grandes incertitudes, surtout lorsqu'on ne dispose que de quelques secondes pour établir l'équilibre. Aussi j'ai introduit devant la lampe une solution convenablement concentrée de sulfate de cuivre ammoniacal, déjà employée dans des mesures antérieures sur le Soleil, qui rétablit l'égalité des teintes, mais affaiblit la lumière. Le coefficient d'affaiblissement, qui peut être mesuré avec soin dans le laboratoire, était égal à 0,167 (1).

Le photomètre employé est celui de Lummer; une de ses faces reçoit la lumière de la lampe, placée à une distance variable à volonté; l'autre face reçoit la lumière de la couronne solaire à travers un système optique construit comme une lunette de Galilée, qui a pour effet de multiplier l'éclairement par un facteur constant. L'écran du photomètre reçoit la lumière provenant d'un cercle de 5° environ de diamètre. Tout l'appareil est enfermé dans une boîte rectangulaire orientée vers le Soleil, d'où sort l'œilleton du photomètre; la lampe et sa cuve sont portées sur un patin qui glisse sur une glissière en glace, que l'on peut déplacer au moyen de deux ficelles; un index indique sa position sur une échelle divisée et par suite la distance de la lampe au photomètre.

La tare de l'appareil est établie par une expérience de laboratoire : une lampe constante (mais dont il est inutile de connaître l'intensité) est placée au foyer d'une lentille; le faisceau émergent produit, sur un écran normal, un éclairement, indépendant de la distance, que l'on mesure par comparaison avec une lampe Hefner; on refait ensuite, sur ce même faisceau, l'expérience photométrique qui a été faite sur la couronne; le liquide bleu a été pour cela remplacé par de l'eau, de sorte que la mesure est encore homochrome; connaissant d'autre part le coefficient d'absorption du liquide

(1) Ce coefficient a été mesuré sur la lumière d'une lampe Carcel; je me suis assuré qu'il n'était pas sensiblement modifié pour une lampe à osmium modérément poussée.

bleu, on a tout ce qu'il faut pour calculer la tare de l'appareil, et cette sorte de double pesée a éliminé le pouvoir amplificateur lumineux du système optique placé devant le photomètre, ainsi que l'intensité lumineuse de la lampe à osmium.

Résultats. — La lumière de la couronne s'est trouvée d'une teinte parfaitement identique à celle de la lampe avec sa cuve bleue et, par suite, à celle de la lumière solaire. On sait cependant que le spectre de la couronne est très différent du spectre solaire et qu'en particulier il contient une raie brillante verte; il faut conclure de ce qui précède que l'intensité correspondant à cette raie n'est pas assez grande pour altérer, d'une manière notable, la teinte de la lumière totale.

L'intensité totale a été trouvée égale à 0,13 lux ou, à très peu près, les trois quarts de celle de la pleine Lune.

Comparaison avec les résultats antérieurs. — Quelque incertitude, pour ces comparaisons, provient de l'état du ciel. L'existence de nuages au commencement et à la fin de la totalité pourrait jeter quelques doutes sur la valeur du résultat que je viens d'indiquer. Je ne pense pas que ces doutes soient fondés : pendant la totalité, on a vu le phénomène à travers des trous dans les nuages et, autant que j'ai pu en juger, le ciel paraissait pur dans ces interstices.

D'anciennes observations indiquent des intensités lumineuses bien plus grandes (jusqu'à 25 pleines lunes). Il est difficile de dire si de pareils résultats ne sont pas dus à des mesures incorrectes. Les observations récentes donnent, en général, des résultats peu différents de celui que je viens d'indiquer : dans l'éclipse de 1886, Douglas (1) trouve des valeurs de l'ordre de 0,13 lux; en 1889, Leuschner (2) trouve 0,1 lux; Abney et Thorpe (3), en 1893, donnent la valeur 0,23; dans la même éclipse, par une méthode photographique, Turner (4) trouve 0,64 pleine Lune (environ 0,11 lux). Les nombres oscillent entre 0,1 et 0,2 lux environ. L'intensité de la pleine Lune étant évaluée à 0,175 lux, il est probable, d'après cela, que l'intensité totale de la couronne n'est pas très différente de celle de la pleine Lune et peut-être plutôt un peu inférieure.

Des observations de ce genre, poursuivies méthodiquement et par des

(1) *Philosophical Transactions*, vol. CLXXX, p. 363.

(2) *Ibid.*, vol. CLXXXVII, p. 433.

(3) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXVI, p. 403.

(4) *Reports on the observations of the total eclipse of the sun of January* 1 1889, published by the Lick Observatory, p. 100.

méthodes uniformes, pour rendre les observations plus sûrement comparables, donneraient probablement des indications sur les variations périodiques de l'intensité de la couronne.

Je ferai remarquer, en terminant, qu'il faut bien se garder de confondre l'éclairement produit par la couronne avec l'éclairement total pendant l'éclipse; ce dernier provient surtout de la lumière diffusée par le ciel; la lumière émise par la couronne n'y entre que pour une faible part, ainsi que le montre ce fait, remarqué par tous les observateurs, que, dans un endroit découvert, la couronne ne projette pas, ou presque pas d'ombre visible. Les grandes variations qui se manifestent d'une éclipse à l'autre dans l'intensité de la lumière totale indiquent des variations dans l'état de l'atmosphère, et point du tout des variations dans l'intensité de la couronne solaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les ensembles de courbes continues.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Jordan.

Définitions. — J'appelle *courbe continue* la suite ordonnée des points de l'espace [1] représentée par les formules :

$$(1) \qquad x = f(t), \qquad y = g(t), \qquad z = h(t) \qquad (0 \leqq t \leqq 1),$$

où f, g, h sont trois fonctions quelconques de t continues de 0 à 1.

Je dirai qu'*une suite de courbes continues* $C_1, C_2, \ldots, C_n, \ldots$ *tend vers une courbe continue* C, lorsqu'on peut choisir la représentation (1) de C et la représentation de C_n :

$$(2) \qquad x = f_n(t), \qquad y = g_n(t), \qquad z = h_n(t) \qquad (0 \leqq t \leqq 1),$$

de façon que f_n, g_n, h_n soient trois fonctions de t continues entre 0 et 1, qui convergent *uniformément* dans cet intervalle vers f, g, h respectivement.

Si, d'un ensemble E de courbes continues, je puis extraire une suite C_1, $C_2, \ldots, C_n, \ldots$ tendant vers une courbe continue C, je dirai encore que C est *une courbe-limite de l'ensemble* E. On en déduit alors, comme d'habitude, les définitions d'un ensemble *dérivé*, *fermé* ou *parfait*. Parmi les courbes-limites d'un ensemble quelconque E, il y aura lieu de distinguer

(1) Les résultats qui vont suivre s'étendent immédiatement aux courbes d'un espace à un nombre fini quelconque de dimensions.

celles qui restent courbes-limites de tout ensemble obtenu en enlevant de E une infinité dénombrable de ses éléments; je les appellerai *courbes de condensation de* E ([1]).

Si un ensemble E de courbes est tel que toute infinité de ses éléments admette au moins une courbe-limite, je dirai que E est *un ensemble compact* ([2]). Enfin je dirai qu'une courbe C d'un ensemble I est *intérieure, au sens étroit, à l'ensemble* I, si C est un élément de I qui n'est limite d'aucune suite de courbes n'appartenant pas à I.

Ceci étant, on peut alors démontrer que la plupart des théorèmes fondamentaux des ensembles linéaires s'étendent au cas des ensembles de courbes. Les démonstrations sont beaucoup simplifiées par la notion d'écart que j'ai développée ailleurs ([3]) et qui justifie ainsi son introduction.

Théorème I. — *De tout ensemble parfait* P *de courbes continues* C, *on peut extraire une suite dénombrable* D *de ces courbes telle que* P *soit l'ensemble dérivé de* D.

Théorème II. — *Un ensemble* compact *non dénombrable* E *de courbes continues donne toujours lieu à au moins une courbe de condensation.*

Théorème III. — *Soit* E *un ensemble* compact *non dénombrable de courbes continues : 1° l'ensemble de ses courbes de condensation est parfait; 2° l'ensemble des courbes de* E *qui ne sont pas des courbes de condensation de* E *est dénombrable. En particulier, tout ensemble fermé, compact et non dénombrable de courbes continues, est la somme d'un ensemble parfait et d'un ensemble dénombrable sans éléments communs.*

Théorème IV. — *Pour qu'un ensemble compact* E *de courbes continues soit fermé, il faut et il suffit que, de toute famille* G *d'ensembles* I *telle que toute courbe de* E *soit un élément intérieur, au sens étroit, à l'un au moins des ensembles* I, *on puisse extraire un nombre fini de ces ensembles* I *formant une famille* H *jouissant de la même propriété que* G.

([1]) Cette définition est une généralisation, sous une forme un peu différente, d'une notion introduite par M. Ernst Lindelöf pour les ensembles ponctuels (voir *Acta mathematica,* 1905).

([2]) Cette définition m'a été déjà utile pour des ensembles plus généraux (*Comptes rendus,* 21 novembre 1904, 2 janvier et 20 mars 1905). Elle coïncide pour certains ensembles avec la définition d'ensemble limité, dont elle est ici distincte. M. Arzela a donné un criterium pour reconnaître si un ensemble de courbes continues est compact [voir *Sulle funzioni dei linee* (*Rendiconti dei Lincei,* 1889)].

([3]) Voir *Sur l'écart de deux courbes* (*Transactions of the American Mathematical Society,* novembre 1905).

Nous voyons se manifester, dans ce qui précède, l'importance particulière des ensembles compacts et fermés. Cette importance est encore accrue par la remarque suivante :

Supposons qu'on fasse correspondre à toute courbe c d'un ensemble E un nombre déterminé U_c, de façon que, si Γ est un élément de E, qui est limite d'une suite d'éléments de E : $\Gamma_1, \Gamma_2, \ldots, \Gamma_n, \ldots$, on ait $U_\Gamma = \lim_{n=\infty} U_{\Gamma_n}$. Nous dirons que U_c *est une fonction de ligne, continue dans l'ensemble* E. Or M. Arzela a démontré que : Toute fonction de ligne, continue dans un ensemble de courbes, compact et fermé : 1° est bornée dans cet ensemble ; 2° y atteint au moins une fois sa limite supérieure (¹). Cette proposition est une généralisation d'un théorème bien connu de Weierstrass et j'ai énoncé ce théorème pour des ensembles encore bien plus généraux que les ensembles de courbes (²). Mais, dans le cas des ensembles de courbes, j'ai pu démontrer la réciproque du théorème précédent :

Théorème V. — *Si un ensemble* E *de courbes continues est tel que* toute *fonction de ligne, continue dans* E : 1° *y est bornée ;* 2° *y atteint au moins une fois sa limite supérieure, cet ensemble est nécessairement compact et fermé* (³).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la divergence et la convergence non-uniforme des séries de Fourier.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Émile Picard.

P. du Bois-Reymond a construit le premier des fonctions continues dont les séries de Fourier ne convergent pas partout; peut-être n'a-t-on pas encore remarqué une autre singularité possible des séries de Fourier : *il existe des fonctions continues dont les séries de Fourier convergent partout sans être pour cela uniformément convergentes partout.*

(¹) Voir *Sulle funzioni dei linee* (*loc. cit.*)

(²) Voir *Comptes rendus* (*loc. cit.*)

(³) Cette réciproque est aussi exacte pour les ensembles de points de l'espace à un nombre fini ou une infinité dénombrable de dimensions. On peut alors remplacer le mot *compact* par *limité*. Je profiterai de l'occasion pour signaler une erreur typographique qui s'est glissée dans ma Note du 22 novembre 1905. Dans la dernière formule (qui donne $S_{p,q}$), *au lieu de* $\sum_{n=1}^{n=q}$, *il faut lire* $\sum_{n=1}^{n=q^3}$.

Le procédé qui m'a fourni de telles fonctions donne aussi des fonctions continues à séries de Fourier divergentes et, comme il se déduit d'une remarque très simple, il s'applique sans difficulté nouvelle quand on étudie le mode de représentation, plus général que celui par les séries de Fourier, dans lequel $f(x)$ est considéré comme la limite, pour $n=\infty$, de $\int_a^b f(\alpha)\varphi(\alpha-x, n)\,d\alpha$. J'énonce, pour le seul cas des séries de Fourier, la remarque fondamentale.

Soit $f(x)$ une fonction dont la valeur absolue ne surpasse jamais M : 1° si l'on ne connaît rien de plus sur f, on ne peut assigner aucune limite supérieure aux valeurs absolues des sommes successives de la série de Fourier de f; 2° au contraire, on peut assigner une limite supérieure $M\psi(h)$ à ces valeurs absolues, si l'on sait que f est nulle dans l'intervalle $(x-h, x+h)$ entourant le point considéré.

En effet, pour la somme S_n des $n+1$ premiers termes de la série de Fourier de f, on a, dans la première hypothèse,

$$|S_n| = \frac{1}{\pi}\left|\int_0^{2\pi} \frac{\sin(2n+1)\dfrac{\alpha-x}{2}}{2\sin\dfrac{\alpha-x}{2}} f(\alpha)\,d\alpha\right| \leqq M\frac{1}{\pi}\int_0^{\pi}\left|\frac{\sin(2n+1)t}{\sin t}\right| dt = M\varphi(n);$$

et, dans la seconde hypothèse,

$$|S_n| = \frac{1}{\pi}\left|\int_{\frac{h}{2}}^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin(2n+1)t}{\sin t}[f(x+2t)+f(x-2t)]\,dt\right| < M\frac{2}{\pi}\int_{\frac{h}{2}}^{\frac{\pi}{2}}\frac{dt}{\sin t} = M\psi(h).$$

Or, il est évident que la limite $M\varphi(n)$ peut être atteinte et qu'elle croît indéfiniment avec n.

D'ailleurs, si la limite $M\varphi(n)$ n'est atteinte que par une fonction f discontinue, on peut du moins s'en approcher autant que l'on veut à l'aide de fonctions continues et même de fonctions continues dont les séries de Fourier convergent uniformément.

Ceci posé, pour avoir une fonction continue f dont la série de Fourier diverge pour $x=0$, nous chercherons f parmi les limites de fonctions continues F_p de modules inférieurs à 1, F_p étant telle que, pour $x=0$, l'une des sommes de sa série de Fourier surpasse p. Et nous cherchons à construire une fonction continue f, à série de Fourier non uniformément convergente, en choisissant f aux voisinages immédiats des va-

leurs $x_1, x_2, \ldots$, tendant vers une limite, de manière qu'en x_p l'une des sommes de la série de Fourier de f surpasse p.

Voici, par exemple, comment on peut faire. Posons

$$f = \varepsilon_1 f_1 + \varepsilon_2 f_2 + \ldots = F_p + \varepsilon_{p+1} f_{p+1} + \varepsilon_{p+2} f_{p+2} + \ldots.$$

Les f_p doivent être continues, de période 2π, de valeurs absolues inférieures à 1 et développables en séries de Fourier, uniformément convergentes. Les ε_p doivent être les termes tous positifs d'une série de somme inférieure à 1 et l'on doit avoir

$$\varepsilon_p > \varepsilon_{p+1} + \varepsilon_{p+2} + \ldots = \eta_p.$$

Enfin, une dernière condition doit être remplie. A partir d'un certain indice P, les sommes successives de la série de Fourier, uniformément convergente de F_p, sont toutes inférieures en valeur absolue à 1; f_{p+1} doit avoir, pour $x = 0$, l'une des sommes de la série de Fourier supérieure à $\frac{1}{\varepsilon_{p+1}}[1 + (p+1) + \eta_{p+1}\varphi(\alpha_p)] = A_p$; α_p étant l'indice de cette somme, indice qu'on devra prendre supérieur à P. Cela est bien possible, car il suffit de prendre α_p assez grand pour que l'on ait $A_p < \varphi(\alpha_p)$.

Dans ces conditions, on voit immédiatement que, pour $x = 0$, les sommes d'indices $\alpha_1, \alpha_2, \ldots$ de la série de Fourier, croissent au delà de toute limite.

Pour avoir un exemple de la seconde singularité indiquée, j'appelle f_p une fonction continue, de période 2π, n'ayant qu'un nombre fini de maxima et de minima, de valeur absolue inférieure à $\frac{1}{4^p}$, qui, dans $(0, 2\pi)$, est nulle à l'extérieur de $I_p\left(\frac{1}{2^p}, \frac{1}{2^{p-1}}\right)$ et telle que l'une des sommes de la série de Fourier soit au moins égale à $p + \psi\left(\frac{1}{2^{p+1}}\right)$ au milieu x_p de l'intervalle I_p dont la longueur est $2\frac{1}{2^{p+1}}$. La série de Fourier de

$$f = f_1 + f_2 + \ldots$$

converge partout, même à l'origine, puisque f a une dérivée pour $x = 0$, et cependant elle ne converge pas uniformément dans un intervalle comprenant l'origine.

En terminant, j'indique une propriété qui prouve que, si la série de Fourier de f est divergente en un point autour duquel f est bornée, cette série rentre dans la classe de celles qu'on a parfois appelées *séries indéterminées*.

Soient l et L les plus petite et plus grande limites de la série de Fourier de f au point x, soient λ et Λ les plus petite et plus grande limites de $f(x+t)$ $\left[\text{ou de } \frac{f(x+t)+f(x-t)}{2}\right]$, quand t tend vers zéro; les deux intervalles (l, L), (λ, Λ) ont toujours au moins un point en commun.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le coefficient d'utilisation des hélicoptères.* Note de M. **Edgar Taffoureau**, présentée par M. Maurice Levy.

Dans la séance du 23 novembre 1903, le colonel Renard, envisageant un hélicoptère constitué par un moteur léger actionnant deux hélices d'un type spécial étudié à Chalais, a établi qu'on peut soutenir avec cet appareil un poids utile

$$Z = ax^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}} - 2\varpi_2 x^3 - \varpi_1 y, \tag{1}$$

et il a calculé le maximum Z_m de Z.

Si l'on donne à ϖ_1 et ϖ_2 les faibles valeurs admissibles maintenant, on voit que les hélicoptères qui correspondent à Z_m sont irréalisables, à cause du grand diamètre de leurs hélices et de la puissance considérable de leurs moteurs. Il convient donc d'envisager les appareils capables de soutenir des poids utiles inférieurs à Z_m, et c'est pour les étudier que je ferai intervenir le *coefficient d'utilisation*, c'est-à-dire le rapport entre le poids utile et la poussée

$$U = \frac{ax^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}} - 2\varpi_2 x^3 - \varpi_1 y}{ax^{\frac{2}{3}}y^{\frac{2}{3}}}. \tag{2}$$

Quand on se donne un poids utile $Z = A$, entre o et Z_m, x et y étant liés par (1), on voit que U présente un maximum B. J'appelle *hélicoptère le plus avantageux*, correspondant au poids utile A, celui dont l'utilisation est B. Cet appareil est d'ailleurs le plus avantageux de ceux qui ont pour coefficient d'utilisation B, car c'est celui qui peut soutenir le plus grand poids utile. X étant le diamètre des hélices de cet hélicoptère et Y la puissance de son moteur, on établit facilement les relations suivantes entre A, B, X et Y :

$$Y = \frac{6\varpi_2}{\varpi_1}X^3, \tag{3}$$

$$A = \frac{3^6}{2^{18}}\frac{a^9}{\varpi_1^6\varpi_2^2}B(1-B)^8, \tag{4}$$

$$X = \frac{3^2}{2^7}\frac{a^3}{\varpi_1^2\varpi_2}(1-B)^3. \tag{5}$$

Il faut s'assurer maintenant que les diamètres et les puissances ainsi déterminés sont compatibles avec la condition de résistance des hélices :

$$y \leqq \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{3}{2}} x^2. \tag{6}$$

Si $\varpi_1 > \frac{2}{3} a \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{2}}$, l'hélicoptère le plus avantageux satisfait toujours à l'inégalité (6).

Si, au contraire, $\varpi_1 < \frac{2}{3} a \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{2}}$, la condition de résistance des hélices n'est plus satisfaite que pour les poids utiles compris entre

$$0 \quad \text{et} \quad A' = \frac{1}{6^2} \frac{\varpi_1^2}{a^3 \varpi_2^2} b^4 \left[1 - \frac{4}{3} \frac{\varpi_1}{a} \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{1}{2}}\right]$$

où pour les coefficients d'utilisation compris entre

$$1 \quad \text{et} \quad B' = 1 - \frac{4}{3} \frac{\varpi_1}{a} \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{1}{2}}.$$

D'ailleurs, dans ce cas, le maximum de z compatible avec (6) est z_μ, auquel correspond l'utilisation $B'_1 = \frac{1}{3}\left[1 - \varpi_1 \left(\frac{b}{a^3}\right)^{\frac{1}{2}}\right]$ et, pour les poids utiles A_1 compris entre A' et z_μ, ou pour les coefficients d'utilisation B_1 compris entre B' et B'_1, les éléments A_1, B_1, X_1 et Y_1 des hélicoptères les meilleurs au point de vue de l'utilisation et satisfaisant à l'inégalité (6) sont liés par

$$(7) \qquad Y_1 = \left(\frac{b}{a}\right)^{\frac{3}{2}} X_1^2,$$

$$(8) \qquad A_1 = \frac{b^3}{4\varpi_2^2} B_1 \left[1 - B_1 - \varpi_1 \left(\frac{b}{a^3}\right)^{\frac{1}{2}}\right]^2,$$

$$(9) \qquad X_1 = \frac{b}{2\varpi_2} \left[1 - B_1 - \varpi_1 \left(\frac{b}{a^3}\right)^{\frac{1}{2}}\right].$$

Il est facile, au moyen de ces formules, de déterminer les éléments d'un hélicoptère étudié en vue d'un certain effet utile. Il est aussi possible de se rendre compte *a priori* du parti qu'on peut tirer d'un type d'hélices et d'un type de moteurs donnés. Ainsi, dans l'hypothèse où

$$a = 8{,}85, \qquad b = 20, \qquad \varpi_1 = 2{,}5, \qquad \varpi_2 = 0{,}2,$$

on obtient les résultats suivants :

$B = 0{,}6$	$B = 0{,}5$	$B = 0{,}45$	$B' = 0{,}43$
$A = 37{,}3$	$A = 185$	$A = 357$	$A' = 434$
$X = 2{,}495$	$X = 4{,}874$	$X = 6{,}487$	$X' = 7{,}077$
$Y = 7{,}5$	$Y = 55{,}5$	$Y = 131$	$Y' = 170$
$B_1 = 0{,}42$	$B_1 = 0{,}4$	$B_1 = 0{,}3$	$B'_1 = 0{,}19$
$A_1 = 506$	$A_1 = 615$	$A_1 = 1131$	$z_\mu = 1411$
$X_1 = 7{,}767$	$X_1 = 8{,}767$	$X_1 = 13{,}767$	$X'_1 = 19{,}18$
$Y_1 = 205$	$Y_1 = 261$	$Y_1 = 644$	$Y'_1 = 1250$

On voit, par exemple, qu'avec un moteur de 205 chevaux actionnant deux hélices de $7^{m},767$ de diamètre, on peut soutenir un poids utile de 506^{kg} pour une poussée totale de 1206^{kg} : il paraît donc possible, à l'heure actuelle, de réaliser un hélicoptère capable d'enlever un homme. Il convient d'ailleurs d'ajouter que la construction de cet hélicoptère présenterait des difficultés très sérieuses, car le poids utile ne comprend pas seulement l'aéronaute, mais encore le châssis et la transmission, qui doivent être d'autant plus robustes que les efforts sont plus considérables; la provision d'essence, qui croît avec la puissance du moteur et la durée de la marche, et enfin tous les appareils destinés à assurer la propulsion, la direction, la stabilité et la sécurité.

PHYSIQUE. — *Sur le pouvoir grossissant des objectifs microscopiques, sa définition.* Note de M. L. **Malassez.**

Le mot de *pouvoir grossissant* n'a pas de sens nettement défini. Le plus souvent, il est pris comme synonyme de puissance; alors qu'au sens logique, grammatical du mot, il signifie simplement le pouvoir qu'ont les divers objectifs de donner des grossissements plus ou moins forts, à égalité de distance, bien entendu. Or, si l'on compte cette distance à partir du foyer postérieur des objectifs, les grossissements trouvés correspondent, en effet, aux puissances; tandis que, si on la compte à partir de leur face postérieure, ce qui est évidemment le plus simple et le plus pratique, il n'en est plus ainsi : les grossissements sont bien, d'une façon générale, d'autant plus forts que les puissances sont plus élevées; mais ils ne concordent que très exceptionnellement avec elles, ils ne leur sont même pas exactement proportionnels, et c'est tantôt en plus, tantôt en moins (¹). Bien plus, s'il s'agit d'objectifs de puissances peu différentes, les plus grossissants peuvent être les moins puissants et réciproquement (²).

(¹) Ainsi, les objectifs faibles, dont le foyer postérieur se trouve plus ou moins loin en arrière de leur face postérieure, sont relativement moins grossissants que puissants; tandis que les objectifs plus forts, dont le foyer postérieur se trouve en avant de leur face postérieure, à leur intérieur même, sont, au contraire, plus grossissants que puissants. L'objectif 00 de Verick, par exemple, ne grossit que de 1,5 fois à 1^{dm} de sa face postérieure; alors que sa puissance, également rapportée au décimètre, est de 2,3. Par contre, le nº 8 de ce constructeur grossit de 47,1 fois à cette même distance; alors que sa puissance n'est que de 44,4.

(²) L'objectif a^3 de Zeiss, par exemple, grossit plus que son *aa* : de 2,5 fois au lieu

Donc, prendre le mot de *pouvoir grossissant* dans le sens de puissance, c'est s'exposer à des confusions, à des erreurs; c'est donner le même sens à deux mots différents et laisser sans dénomination spéciale cette notion si simple, si pratique, si intéressante à connaître, du grossissement produit à l'unité de distance de la face postérieure de l'objectif. On pourrait, il est vrai, créer pour cette dernière un mot nouveau; mais ne vaut-il pas mieux lui appliquer celui de pouvoir grossissant, qui n'a pas reçu de sens précis et qui lui convient si bien?

Le pouvoir grossissant serait alors le grossissement produit par l'objectif à l'unité de distance de sa face postérieure; tandis que la puissance est, comme il est facile de s'en assurer, le grossissement produit à l'unité de distance du foyer postérieur et à chaque unité suivante. Et, pour l'une comme pour l'autre, on prendrait la même unité de distance : le mètre, ou mieux le décimètre, qui se rapproche davantage des distances auxquelles on observe habituellement au microscope.

PHYSIQUE. — *Recherche de la pureté des électrolytes. Fixation d'une limite supérieure au degré d'hydrolyse des dissolutions salines concentrées par l'emploi des chaînes liquides symétriques présentant une surface fraîche de contact.* Note de M. **M. Chanoz**, présentée par M. d'Arsonval.

I. Dans une chaîne liquide symétrique pour les concentrations

$$MR \mid H^2O \underset{(1)}{\mid} MR,$$

ayant en (1) une surface fraîche de contact par écoulement de MR dans H^2O, un électrolyte pur non hydrolysé ne donne pas de phénomène électrique. Nous l'avons, en particulier, prouvé dans une Note précédente [1].

Un électrolyte souillé de faibles quantités d'un autre électrolyte peut,

---

de 2,1 à 1^{dm} de distance de sa face postérieure; et cependant sa puissance est moindre; elle n'est que de 3,5 au lieu de 3,9. Le n° 4 de Dumaige grossit plus que l'ancien 2 de Verick : 10,5 fois au lieu de 9,8; et cependant il est moins puissant : 8,5 au lieu de 10,4. J'ai trouvé beaucoup d'autres exemples de ce genre; voir *Archives d'Anatomie microscopique,* 1904, p. 431.

(1) M. Chanoz, *Sur le phénomène électrique créé dans les chaînes liquides symétriques pour les concentrations par la formation d'une surface fraîche de contact* (*Comptes rendus*, 13 novembre 1905).

dans une telle chaîne symétrique pour les concentrations, ne pas donner non plus de phénomène électrique. Et cela dans deux circonstances distinctes : *a*. Quand les ions du mélange étudié ont des vitesses assez rapprochées; c'est ce qui se produit pour des mélanges $KBr + AzH^4Br$, $KI + KCl$. *b*. Quand la dose d'impureté est trop faible.

Mais, quand une dissolution d'électrolyte donne un phénomène électrique dans la chaîne considérée, on peut affirmer, ou bien que l'électrolyte est souillé d'autre électrolyte, ou bien qu'étant pur il subit la dissociation hydrolytique.

Le signe du côté mobile dans la chaîne en (1) renseigne, comme nous le faisions pressentir dans la Note sus-indiquée, sur la nature de l'impureté. Si la substance étudiée est un acide et que le signe soit positif on songera, comme impureté, à la présence d'un autre acide dans le mélange; on recherchera un sel du même acide si le signe est négatif. Dans le cas d'un sel ne subissant pas l'hydrolyse, le signe positif indiquera, ou bien un autre sel du même métal, ou bien de l'alcali libre; avec le signe négatif on songera à la présence d'un sel d'un autre métal ou bien d'un peu d'acide libre.

La sensibilité de la méthode est en rapport avec les vitesses des ions non communs existant dans le mélange considéré. On décèlera des quantités d'autant plus minimes de l'élément étranger que les vitesses des ions non communs différeront davantage.

Voici quelques exemples à l'appui :

Solutions considérées.	Nombre de molécules par litre des corps étrangers constituant l'impureté.		Polarité du côté mobile et intensité de la force électromotrice en millivolts.
Acide tartrique normale	0,0025	SO^4H^2	+ 5 environ
NaCl normale	0,05	KCl	— 3 »
	0,0001	HCl	—10 »
SO^4Na^2 $\frac{1}{2}$ normale	0,0001	NaCl	+ 0,9 »
	0,00005	SO^4H^2	— 5 »
SO^4Mg $\frac{1}{2}$ normale	0,00005	SO^4H^2	—30 »

Si la qualité de l'impureté est connue, on peut même avoir des renseignements quantitatifs sur son importance.

La solution du corps A renferme des traces x de B; le mélange dans notre chaîne donne m millivolts.

A cette dissolution on ajoute p de B de telle façon que le nouveau mélange donne $m + n$ millivolts, valeur assez rapprochée de m.

Un certain nombre d'essais nous a prouvé que pour de faibles doses de B on avait la proportionnalité $\frac{x}{p+x}=\frac{m}{m+n}$.

On a, par suite, $x=p\frac{m}{n}$.

II. Quand, après de successives tentatives minutieuses de purification, un sel continue à donner la même force motrice, par écoulement dans nos chaînes liquides symétriques pour les concentrations, il faut bien admettre qu'il subit en dissolution la dissociation hydrolytique.

Considérons un tel sel à acide fort par exemple. Sa dissolution à la dose de N molécules de sel par litre renfermera de l'acide libre : x molécules par litre. A l'écoulement dans une chaîne symétrique pour les concentrations cette dissolution sera négative, l'intensité du phénomène électrique m dépendant de la vitesse du cathion du sel et du nombre x de molécules d'acide libre.

Pour un mélange ordinaire on aurait la valeur de x d'après la formule donnée ci-dessus, en déterminant la nouvelle force motrice $m+n$ après addition au liquide d'une dose de p molécules du même acide. Mais, dans le cas considéré, il y a, du fait de l'addition de l'acide, rétrogradation de l'hydrolyse.

L'acide dans le mélange n'existe pas à la dose de $p+x$ molécules, mais bien de $p+x-\Delta$.

La valeur de x n'est donc pas $p\frac{m}{n}$ mais bien $(p-\Delta)\frac{m}{n}$.

En admettant la valeur $p\frac{m}{n}$ facile à déterminer, on commet une erreur par excès sur x. On peut considérer cette valeur comme une limite supérieure de la richesse en acide libre de la dissolution saline hydrolysée faite avec N molécules de sel par litre.

En appliquant les considérations précédentes nous avons obtenu les quelques résultats ci-après :

Solutions étudiées.	Le nombre de molécules de sel dissociées pour 1000mol est inférieur à :
$CdCl^2$ $\frac{1}{2}$ normale	0,5
CdI^2 $\frac{1}{2}$ normale	0,5
SO^4Cd $\frac{1}{2}$ normale	0,02
SO^4Zn $\frac{1}{2}$ normale	0,03
SO^4Mn $\frac{1}{2}$ normale	0,2
SO^4Cu $\frac{1}{2}$ normale	0,5

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la différence de potentiel sous laquelle sont produits les rayons cathodiques.* Note de M. **Jean Malassez**, présentée par M. Lippmann.

I. Différents procédés ont été employés pour mesurer le rapport $\frac{e}{m}$ de la charge à la masse et la vitesse v des rayons cathodiques.

Deux équations sont nécessaires; l'une est toujours fournie par la déviation magnétique des rayons cathodiques dont la trajectoire prend un rayon de courbure ρ dans un champ d'intensité H. D'où l'équation

$$\text{(1)} \qquad \mathrm{H}ev = \frac{mv^2}{\rho}.$$

Pour trouver l'autre, J.-J. Thomson utilise soit la mesure de l'énergie transportée par les rayons, soit la déviation électrostatique qui fournissent toutes deux la quantité

$$\frac{mv^2}{e}.$$

Il obtient ainsi pour $\frac{e}{m}$ des valeurs concordantes et voisines de $0,8.10^7$.

MM. Kaufmann et Simon ont utilisé l'équation

$$\text{(2)} \qquad \tfrac{1}{2}mv^2 = \mathrm{V}e,$$

où V représente la différence de potentiel sous laquelle les rayons sont émis, différence qu'ils considéraient comme étant égale à celle qui existe entre la cathode et la région d'observation.

Le nombre obtenu est $1,86.10^7$ pour M. Kaufmann et $1,865.10^7$ pour M. Simon, résultat double de celui de Thomson.

Pour expliquer cette divergence, J.-J. Thomson ([1]) suppose que la différence de potentiel sous laquelle sont produits les rayons cathodiques n'est pas la différence de potentiel totale entre la cathode et la région où se mesure la déviation magnétique, c'est-à-dire que les rayons ne prennent pas naissance sur la cathode même, mais en avant de celle-ci, dans le gaz raréfié.

II. J'ai cherché à vérifier cette hypothèse par la méthode suivante indiquée par M. Langevin. Elle consiste à déterminer directement la différence de potentiel V sous laquelle les rayons sont produits en observant le changement de vitesse que leur fait subir une nouvelle chute de

---

([1]) *Conduction of electricity through gases.*

potentiel V′ et à comparer V à la différence mesurée entre la cathode et la région d'observation.

On a, en effet, si l'on oblige les rayons à remonter une différence de potentiel V′, l'équation

$$\frac{1}{2}mv'^2 = (V - V')e. \tag{3}$$

Le même champ magnétique H, appliqué aux rayons animés de cette nouvelle vitesse v', leur ferait prendre un rayon de courbure ρ' différent. Au point de vue de l'exactitude des mesures, il était préférable de s'arranger, en diminuant l'intensité du champ magnétique, de telle sorte que le rayon de courbure restât le même.

Dans ces conditions l'équation de déviation par le champ magnétique devient

$$\frac{mv'^2}{\rho} = H'ev'. \tag{4}$$

Les équations précédentes combinées donnent immédiatement

$$\frac{V'}{V} = \frac{H^2 - H'^2}{H^2}; \tag{5}$$

et, comme les champs magnétiques sont obtenus au moyen de deux longues bobines parcourues par un courant et que ces champs sont proportionnels aux intensités des courants i et i' qui circulent dans ces bobines, l'égalité (5) peut s'écrire

$$\frac{V'}{V} = \frac{i^2 - i'^2}{i^2}. \tag{6}$$

Le second membre de cette égalité est facile à déterminer expérimentalement. Il donne le rapport de la différence de potentiel supplémentaire V′ à la différence V, qui existe entre la région de production des rayons cathodiques et l'anode.

D'autre part, il est facile de déterminer la différence de potentiel V_1 entre la cathode et l'anode.

Il suffit donc de comparer les valeurs de $\frac{V'}{V_1}$ aux valeurs de $\frac{i^2 - i'^2}{i^2}$ ou $\frac{V'}{V}$ pour savoir s'il y a égalité ou non entre V et V_1 et si les rayons cathodiques sont ou non produits sous la différence de potentiel entre la cathode et l'anode.

III. Les résultats de mes dix dernières expériences, exprimés en volts, sont les suivants :

V_1.	V'.	$\frac{V'}{V_1}$.	$\frac{i^2-i'^2}{i^2}$.
8948	5752	0,65	0,60
7069	3378	0,48	0,49
5177	2237	0,44	0,47
6941	3507	0,51	0,52
7275	3739	0,52	0,47
8340	5144	0,62	0,59
5621	1444	0,26	0,27
7536	3637	0,50	0,49
7947	4107	0,52	0,48
5220	2280	0,44	0,47

Moyenne de $\frac{V'}{V_1}$ 0,50

Moyenne de $\frac{i^2-i'^2}{i^2} = \frac{V'}{V}$ 0,49

Ce Tableau ne présente pas de différence systématique.

Les différences individuelles, quelquefois notables, proviennent : d'une part de ce qu'il est difficile d'obtenir une vitesse rigoureusement constante de la machine avec un moteur qui ne tarde pas à s'échauffer ; d'autre part de ce que, dans un tube présentant d'aussi grandes surfaces métalliques, le vide change facilement de degré, comme le montrait l'aspect du tube.

Pour ces diverses raisons, les erreurs sur la mesure de la différence de potentiel expliquent suffisamment les divergences des nombres. Quoi qu'il en soit, les deux moyennes sont très sensiblement égales et ces résultats permettent d'établir que les corpuscules sont bien émis sous la différence de potentiel existant réellement entre la cathode et l'anode, et que c'est à partir de la surface même de la cathode qu'ils reçoivent du champ intense l'énergie cinétique correspondante.

CHIMIE MINÉRALE. — *Décomposition du sulfate d'ammonium par l'acide sulfurique à chaud en présence du platine*. Note de M. **Marcel Delépine**.

J'ai constaté que l'intervention de la mousse de platine pour régulariser l'ébullition de l'acide sulfurique, lors des dosages d'azote suivant la méthode de Kjeldahl, provoque des pertes d'ammoniaque fortes ou même totales, et il m'a semblé qu'il y aurait intérêt à élucider définitivement le

mécanisme exact de cette réaction à laquelle se rattachent mes anciennes expériences sur l'insuffisance de la méthode de Kjeldahl pour doser l'azote dans les chloroplatinates (1).

Ces expériences ont été confirmées par M. W. van Dam lors de recherches plus étendues (2); cet auteur s'est assez volontiers rallié à mon opinion, émise très hypothétiquement d'ailleurs, que les chloroplatinates se détruisent par une sorte de déshydrogénation interne telle que

$$PtCl^6(AzH^4)^2 + Cl^6 = PtCl^4 + 8HCl + Az^2,$$

le chlore se trouvant lui-même fourni par la destruction du chlorure de platine; mais, sans le vérifier, il a toutefois supposé que le noir de platine déposé pendant la réaction jouait un rôle actif; cette supposition était surtout basée sur ce que les chloraurates ne produisaient aucune perte d'azote et, pourtant, le chlorure d'or est aussi décomposable que le chlorure de platine. Je rappellerai pour mémoire que, si l'on se reporte aux nombreux dosages qu'a effectués M. van Dam dans divers chloroplatinates de bases organiques, on remarque que l'adjonction de sulfate de potassium (modification Günning) entraîne de fortes pertes d'azote parfois totales, très élevées si la molécule nécessite un long chauffage pour être détruite.

Toutes ces observations s'expliquent par mes nouvelles expériences.

Si, avec de la mousse ou des feuilles de platine, on fait bouillir de l'acide sulfurique contenant du sulfate d'ammonium, on observe une perte d'azote d'autant plus grande que l'expérience est plus prolongée et, pour une même durée, qu'elle a lieu à une plus haute température, facile à graduer entre 338° et 370° en ajoutant de 10 à 50 pour 100 de sulfate de potassium à l'acide sulfurique. Si la dose de sulfate d'ammonium est suffisante, le platine ne change pas notablement de poids; la réaction a donc l'allure des réactions dites *catalytiques*.

L'azote disparaît sous forme de gaz (fait vérifié déjà par M. van Dam); il se fait, en même temps, du gaz sulfureux; il est donc naturel de penser que l'hydrogène de l'ammoniaque a été brûlé par une partie de l'oxygène de l'acide sulfurique suivant l'équation

$$2SO^4H(AzH^4) + SO^4H^2 \quad \text{ou} \quad SO^4(AzH^4)^2 + 2SO^4H^2 = Az^2 + 3SO^2 + 6H^2O.$$

---

(1) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 152.

(2) W. van Dam, *Rec. Tr. chim. Pays-Bas*, t. XIV, 1895, p. 217.

Cette équation a été vérifiée par une double série d'expériences. On introduisait dans l'acide sulfurique (contenant ou non SO^4K^2) additionné de platine une dose connue de sulfate d'ammonium; après la réaction, on évaluait la perte d'azote par différence en dosant l'ammoniaque restante; d'autre part, grâce à un dispositif facile à imaginer, on pouvait, ou bien recueillir l'azote en nature, ou bien diriger le gaz sulfureux formé dans une solution d'iode titrée et, par le calcul, d'après l'équation ci-dessus, établir la perte d'azote correspondant à ce gaz. Dans les deux cas, les pertes ainsi trouvées concordaient fort bien avec le déficit constaté par les dosages d'ammoniaque. Ce déficit a varié de $0^g,0044$ à $0^g,0539$ sur $0^g,07$ environ mis en expérience.

Pour fixer les idées sur la vitesse de cette destruction, j'indiquerai qu'en 1 heure $0^g,03$ de mousse de platine, provenant de la calcination du chloroplatinate d'aniline, ont provoqué la perte de $0^g,008$ d'azote dans un milieu formé de 30^{cm^3} SO^4H^2, 20^g SO^4K^2 et $0^g,30$ de $SO^4(AzH^4)^2$; sans addition de sulfate de potassium, la perte est 5 à 10 fois moindre dans le même temps. Chaque mousse a son activité propre.

On peut s'expliquer les phénomènes précédents de deux façons :

1° L'acide sulfurique chaud au contact du platine se scinde en $H^2O + O + SO^2$ comme à plus haute température; l'oxygène ne se dégage pas, mais brûle l'hydrogène de l'ammoniaque (¹);

2° L'acide sulfurique attaque le platine et forme un sulfate que le sel ammoniacal détruit en régénérant le platine :

$$4SO^4H^2 + Pt = (SO^4)^2Pt + 2SO^2 + 4H^2O,$$
$$3(SO^4)^2Pt + 2SO^4(AzH^4)^2 = 2Az^2 + 3Pt + 8SO^4H^2.$$

Le second processus est le vrai. On peut le prouver : l'acide sulfurique attaque, à la vitesse près, le platine comme l'argent; la solution obtenue laisse déposer du platine si on la chauffe avec du sulfate d'ammonium. On a encore une preuve indirecte, en ce que les mousses d'or ou d'iridium qui ne sont pas attaquées par l'acide sulfurique ne causent aucune perte d'azote si on les substitue au platine.

En résumé, le platine provoque la destruction du sulfate d'ammonium par l'acide sulfurique bouillant et ne doit jamais être utilisé dans la mé-

---

(¹) L'opinion que l'acide sulfurique bouillant se scinde au contact du platine en $H^2O + O + SO^2$ a été présentée comme interprétation de cette observation de Redwood (*Pharm. Journ.*, 2ᵉ série, t. V, 1863-1864, p. 601) que la distillation de l'acide sulfurique dans une cornue de platine donne un acide légèrement affaibli ($d = 1,842$ au lieu de $d = 1,843$) et à odeur sulfureuse. Or, comme Redwood avait ajouté du sulfate d'ammonium avant de distiller, ce qu'il a observé découle directement des faits que je signale et qui sont interprétés dans le paragraphe 2°.

thode de Kjeldahl. Cette destruction a lieu grâce à la dissolution momentanée du platine.

L'attaque de l'acide sulfurique par le platine étant un fait controversé ou diversement interprété, je dois revenir sur le sujet très prochainement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude d'un cuprosilicium industriel.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

Dans le cours de nos recherches sur les siliciures métalliques, nous avons utilisé un siliciure de cuivre industriel à 50 pour 100 de silicium. L'analyse complète que nous avons faite de ce produit nous a conduit à des résultats intéressants, susceptibles de modifier nos connaissances actuelles sur le siliciure de cuivre.

Des cuivres siliciés renfermant des teneurs très variables en silicium ont été étudiés par un certain nombre de savants au point de vue de leur préparation et de leurs principales propriétés [(1) à (5)]. C'est seulement M. Vigouroux (6) qui, en 1896, entreprit de déterminer la composition du siliciure de cuivre défini qui pouvait prendre naissance dans l'action directe du cuivre sur le silicium.

Cet auteur réussit à préparer un composé répondant à la formule $Si\,Cu^2$ en soumettant, dans le four électrique de M. Moissan, des mélanges des deux éléments à 10 pour 100 de silicium.

Le cuivre en excès distillait et le culot restant, refroidi *très lentement*, présentait une texture cristalline et possédait une composition permettant de lui assigner la formule $Si\,Cu^2$.

Vers la même époque de Chalmot (7) signalait l'existence d'un siliciure $Si\,Cu^2$ qu'il préparait en chauffant un mélange de sable et de charbon en présence de cuivre au four électrique. Mais peu après ce même chimiste montrait que ce siliciure était en réalité un mélange du siliciure $Si\,Cu^2$ et de silicium libre. Il constatait en outre que le siliciure $Si\,Cu^2$ devait être

---

(1) Berzélius, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXVII, 1824, p. 348.
(2) H. Sainte-Claire Deville et Caron, *Comptes rendus*, t. XLV, 1857, p. 165.
(3) Clemens Alexander Winkler, *Journal für prakt. Chemie*, t. XCI, 1864, p. 193.
(4) Hensler, *Dinglers polytechnisches Journal*, t. CCLXI, 1886, p. 478.
(5) Hampe, *Chem. Zeitung*, t. XVI, 1892, p. 726.
(6) Vigouroux, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, 1896, p. 153.
(7) De Chalmot, *Am. chem. Journal*, t. XVIII, p. 95 et t. XIX, p. 118.

facilement dissociable car le silicium libre se rencontrait dans des cuivres siliciés à 13 ou 14 pour 100 de silicium total.

M. Vigouroux [1] en 1901 obtint, en faisant passer un courant de vapeurs de chlorure de silicium sur du cuivre chauffé vers 1200°, un lingot renfermant moins de 5 pour 100 de silicium combiné.

En traitant de nouveau ce produit par le chlorure de silicium, il ne put dépasser la teneur de 10 pour 100 en silicium combiné. Ce même auteur émet l'opinion que les siliciures de cuivre à teneurs plus élevées préparés au four électrique ne seraient peut-être *que le résultat d'équilibres spéciaux, conséquences de très hautes températures, comme l'admet de Chalmot; ces équilibres instables à des températures plus basses ne pourraient se maintenir qu'à la faveur de refroidissements très brusques, capables d'empêcher la séparation d'une partie du silicium combiné.*

Le siliciure de cuivre industriel que nous avons étudié présente une surface extérieure d'un gris bleu ardoise. Sa cassure brillante et cristalline possède l'éclat et la couleur du silicium.

Une surface polie permet de distinguer au microscope de grands cristaux de silicium entre lesquels s'est solidifié le siliciure de cuivre. Au milieu des plages de siliciure de cuivre existent des cristaux de silicium beaucoup plus petits mais plus nets, de seconde formation.

Ce siliciure renferme donc, d'après ce premier examen, du silicium et du siliciure de cuivre répartis d'une façon inégale dans la masse, ainsi que le montrent les dosages de silicium total que nous avons faits, en attaquant au creuset d'argent des poids déterminés de substance par la soude pure en fusion :

	I.	II.	III.	IV.
Silicium total pour 100.....	56,76	56,33	60,36	57,45

Ce cuprosilicium industriel, pulvérisé et traité par une solution de soude à 10 pour 100, se dissout partiellement et abandonne un résidu d'éclat métallique de couleur jaune pâle qui renferme tout le siliciure de cuivre, la partie dissoute étant le silicium libre. En soumettant ce résidu à l'action de l'acide azotique, on dissout le siliciure de cuivre et il reste finalement une petite quantité de cristaux brillants dans lesquels l'examen microscopique a révélé un corps d'aspect métallique cristallisé gris d'acier et quelques cristaux très petits de silicium. Les cristaux gris d'acier sont

(1) Vigouroux, *Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, juillet 1901.

constitués par un siliciure de fer, que nous avons identifié par ses caractères et son analyse avec Si^2Fe.

Nous avons déterminé les proportions relatives de ces divers constituants et nous avons obtenu les résultats suivants :

Silicium non combiné	51,11
Siliciure de cuivre	43,97
Siliciure de fer Si^2Fe	3,49
Total	98,57

Nous avons opéré sur un échantillon moyen finement pulvérisé. Il nous restait à rechercher quelle était la composition du siliciure de cuivre isolé. Un poids donné de ce siliciure a été soumis à des traitements alternés à l'acide azotique et à la soude en solution à 10 pour 100, jusqu'à cessation de toute attaque du résidu. Les liquides acides et alcalins étant réunis, nous avons procédé au dosage du cuivre et du silicium. Le siliciure de fer a été pesé et son poids déduit de celui de la prise d'échantillon :

			Théorie pour $SiCu^4$.
Cuivre pour 100	88,23	88,92	89,96
Silicium	10,88	10,36	10,04
	99,11	99,28	100,00

Il résulte donc de ces dosages que, contrairement à ce qui est généralement admis, la limite de combinaison du cuivre et du silicium, même en présence d'un excès considérable de ce métalloïde, n'atteint pas $SiCu^2$, mais serait voisine de $SiCu^4$ et correspondrait à environ 10 pour 100 de silicium combiné. Il devenait intéressant d'étudier comment variait cette siliciuration du cuivre en se plaçant dans diverses conditions expérimentales, aussi poursuivons-nous des recherches sur ce sujet.

CHIMIE. — *Oxydases chimiques agissant en présence d'eau oxygénée.* Note de M. G. **Baudran**, présentée par M. d'Arsonval.

Les corps que nous avons étudiés précédemment (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 31 juillet 1905) réagissent sur le gaïacol sans le secours d'aucune autre substance. Ceux que nous présentons, au contraire, ont besoin d'eau oxygénée pour donner le composé rouge insoluble. Ils se comportent comme des anaéroxydases.

La formule type qui nous a servi est la suivante; les quantités sont dans l'ordre où elles doivent entrer en jeu :

Eau oxygénée neutralisée par le carbonate de calcium......	10^{cm^3}
Eau gaïacolée à 1 pour 100..............................	30^{cm^3}
Sel expérimenté (minimum)...............................	$0^g,50$

Les résultats furent les suivants. Les dérivés du chlore, brome, iode, à savoir : chlorates, bromates, iodates, sels neutres réagissent de suite. Les hypochlorites, hypobromites, hypoiodites alcalins colorent immédiatement le gaïacol. Le liquide prend une teinte jaune verdâtre caractéristique avec précipité abondant. Si l'on ajoute une goutte d'acide chlorhydrique ou sulfurique, la nuance est rouge et le dépôt grenat. Les phosphates et sulfates alcalins se comportent de la même façon.

Les sérums artificiels ou physiologiques remplissent donc les conditions les plus favorables à leur action. D'une part, ils renferment des oxydases, et d'un autre côté ils rencontrent dans l'organisme des cytases qui remplacent l'eau oxygénée. La réaction du milieu, acide ou alcaline, les influence avantageusement.

Les sels dérivés des acides de la série grasse ou de la série aromatique réagissent pareillement en présence de l'eau oxygénée. Pour eux, comme pour les chlorures, bromures et iodures, nous avons remarqué que l'addition d'un peu d'eau tenant en dissolution du biiodure de mercure accélérait la transformation du gaïacol.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Réfraction moléculaire et dispersion moléculaire des composés à fonction acétylénique.* Note de M. **Charles Moureu**, présentée par M. Henri Moissan.

On ne possède encore que fort peu de données sur la réfraction moléculaire des corps à liaison acétylénique (Brühl, *Zeit. f. physik. Ch.*, t. VII, p. 187).

J'ai publié sur les corps acétyléniques, dans ces dernières années, une série de recherches, au cours desquelles j'ai été conduit à préparer un grand nombre de ces composés, pour la plupart nouveaux. J'ai choisi parmi eux ceux dont la pureté offrait toute garantie, et j'en ai fait l'étude réfractométrique.

Mes expériences ont porté sur 30 composés.

La réfraction moléculaire M a été exprimée au moyen de la formule en n^2 de Lorentz et Lorenz.

En faisant la somme des réfractions atomiques et, le cas échéant, des réfractions de liaisons éthyléniques, d'après les modules de Conrady et Brühl, on obtenait une autre valeur C toujours inférieure à M. La différence $M - C$, sous réserves des observations que nous présentons plus loin, mesurait l'influence des liaisons acétyléniques.

Nous avons, en général, déterminé les indices par rapport à la raie D du sodium, et par rapport aux trois raies principales du spectre de l'hydrogène : raie α, raie β et raie γ. Certaines raies n'étaient pas toujours visibles; l'indice γ a été, dans quelques cas, calculé par extrapolation.

La dispersion moléculaire Dsp avait pour expression $M_\gamma - M_\alpha$; et l'influence de la liaison acétylénique sur la dispersion moléculaire était donnée par la différence $(M_\gamma - C_\gamma) - (M_\alpha - C_\alpha)$.

D'une manière générale, les valeurs de $M - C$ pour une raie donnée, d'une part, et celles de $(M_\gamma - C_\gamma) - (M_\alpha - C_\alpha)$, de l'autre, ont été trouvées très différentes suivant la structure des corps étudiés. Sensiblement identiques pour des corps homologues, elles varient avec chaque type de structure. Elles sont minima dans l'œnanthylidène et le caprylidène. Remarquons que ces deux carbures acycliques sont les plus simples de tous les corps que nous avons étudiés, en ce sens qu'ils ne renferment dans leur molécule rien de spécial en dehors de la triple liaison; l'action de cette dernière sur le rayon lumineux, contrairement à ce qui arrive dans les autres composés, y est donc libre de toute influence étrangère. Aussi adopterons-nous, comme incrément de réfraction de la liaison acétylénique $I\equiv$, pour chaque raie, d'une part, et comme incrément de dispersion $I\equiv_{Dsp}$, de l'autre, les moyennes des valeurs obtenues avec l'œnanthylidène et le caprylidène.

Ceci posé, il est clair que tous les autres corps présentent des réfractions et des dispersions anormales. L'excès, pour chaque raie, de la valeur $M - C$ sur l'incrément de réfraction ainsi défini, représente l'*exaltation* de la réfraction moléculaire, que nous désignerons par E_M; de même l'excès de la valeur $(M_\gamma - C_\gamma) - (M_\alpha - C_\alpha)$ sur l'incrément de dispersion mesure l'exaltation de la dispersion moléculaire, que nous désignerons par E_{Dsp}.

Qu'il s'agisse, d'ailleurs, de la réfraction ou de la dispersion, on ne saurait attribuer les exaltations à la seule présence de la liaison acétylénique, et l'on doit admettre que tous les groupements négatifs concourent,

dans une certaine mesure, à exagérer les réfractions ou dispersions moléculaires.

Dans le Tableau suivant se trouvent consignés : 1° les valeurs de $M - C$ et de E^M par rapport à la raie D (l'incrément de réfraction normal est 2,319); 2° les valeurs de $(M_\gamma - C_\gamma) - (M_\alpha - C_\alpha)$ et de E_{Dsp} (l'incrément de dispersion normal est 0,169).

	$M_D - C_D$.	EM_D.	$(M_\gamma - C_\gamma) - (M_\alpha - C_\alpha)$.	E_{Dsp}.
Œnanthylidène $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv CH$	2,338	»	0,185	»
Caprylidène $CH^3 - (CH^2)^5 - C \equiv CH$	2,301	»	0,152	»
Phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv CH$	3,365	1,046	2,102	1,934
Butylène-phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - C(CH^3) = CH - CH^3$	6,588	4,269	2,292	2,124
Diphényldiacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - C \equiv C - C^6H^5$	17,494	12,856	»	»
Chloral-œnanthylidène $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CHOH - CCl^3$	2,340	0,021	»	−0,115
Chloral-phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CHOH - CCl^3$	5,322	3,003	1,440	1,272
Acétaldéhyde-phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CHOH - CH^3$	4,265	1,946	1,563	1,395
Propionaldéhyde-phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CHOH - C^2H^5$	4,516	2,197	1,610	1,442
Benzaldéhyde-phénylacétylène $C^6H^5 - C \equiv C - CHOH - C^6H^5$	4,512	2,193	»	»
Aldéhyde phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CHO$	5,854	3,535	2,140	1,972
Acétal amylpropiolique $C^5H^{11} - C \equiv C - CH\langle^{OC^2H^5}_{OC^2H^5}$	2,653	0,334	0,252	0,084
Acétal hexylpropiolique $C^6H^{13} - C \equiv C - CH\langle^{OC^2H^5}_{OC^2H^5}$	2,640	0,321	0,258	0,090
Acétal phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2$	4,795	2,476	1,452	1,284
Diacétal $(OC^2H^5)^2CH - C \equiv C - CH(OC^2H^5)^2$	2,805	0,486	0,495	0,327
Acide amylpropiolique $CH^3 - (CH^2)^4 - C \equiv C - CO^2H$	3,669	1,350	0,340	0,172
Acide hexylpropiolique $CH^3 - (CH^2)^5 - C \equiv C - CO^2H$	3,600	1,281	0,455	0,287
Acide phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CO^2H$	5,292	2,973	»	»
Acide orthonitrophénylpropiolique $C^6H^4(AzO^2) - C \equiv C - CO^2H$	6,970	3,863	»	»
Amylpropiolate de méthyle $C^5H^{11} - C \equiv C - CO^2CH^3$	3,216	0,897	0,390	0,221
Amylpropiolate d'éthyle $C^5H^{11} - C \equiv C - CO^2C^2H^5$	3,370	1,051	0,438	0,270
Hexylpropiolate de méthyle $C^6H^{13} - C \equiv C - CO^2CH^3$	3,244	0,925	0,391	0,223
Hexylpropiolate d'éthyle $C^6H^{13} - C \equiv C - CO^2C^2H^5$	3,262	0,943	0,373	0,204
Phénylpropiolate de méthyle $C^6H^5 - C \equiv C - CO^2CH^3$	5,538	3,219	2,073	1,905
Phénylpropiolate d'éthyle $C^6H^5 - C \equiv C - CO^2C^2H^5$	5,538	3,219	2,114	1,946
Nitrile amylpropiolique $C^5H^{11} - C \equiv C - C \equiv Az$	3,985	1,666	0,450	0,282
Nitrile hexylpropiolique $C^6H^{13} - C \equiv C - CAz$	4,009	1,690	0,427	0,259
Nitrile phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CAz$	6,444	4,125	1,840	1,672
Amide hexylpropiolique $C^6H^{13} - C \equiv C - COAzH^2$	3,942	1,623	»	»
Amide phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - COAzH^2$	6,568	4,249	»	»

L'examen comparatif des chiffres de ce Tableau permet immédiatement de formuler quelques conclusions intéressantes :

1° L'exaltation de la réfraction moléculaire croît très notablement à mesure que les radicaux entrant dans les molécules sont plus électronégatifs.

2° La contiguïté immédiate des groupements négatifs à la liaison acéty-

lénique paraît être la condition de leur influence sur l'exaltation de la réfraction moléculaire.

3° Les exaltations de la dispersion sont beaucoup plus élevées chez les composés aromatiques que dans la série grasse.

On a déjà mis en évidence, dans quelques séries de composés organiques, des exaltations de la réfraction et de la dispersion moléculaires. Citons, notamment, les recherches de Brühl (*Journ. f. prakt. Ch.*, t. I, 1894, p. 119), celles de MM. A. Haller et P.-Th. Muller (*Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 130 et 1370; t. CXXXVIII, 1904, p. 440), de M. P.-Th. Muller (*Bull. Soc. chim.*, t. XXVII, 1902, p. 1014), de MM. Muller et Bauer (*J. de Ch. ph.*, t. I, 1903, p. 199), et de M. Bauer (*Thèse*, Nancy, 1904), qui concernent toutes des molécules renfermant des radicaux négatifs. Mais nous ne pensons pas qu'on ait jamais signalé des exaltations aussi fortes que celles que nous avons rencontrées chez quelques composés acétyléniques; et le cas du diphényldiacétylène, où l'exagération atteint le chiffre énorme de 12,856 unités, demeure à cet égard très remarquable.

Quoi qu'il en soit, s'il est vrai que la réfraction et la dispersion moléculaires sont, en général, des propriétés additives, il ressort de nos expériences que, dans la série acétylénique, la loi d'addition sera, le plus souvent, très éloignée de la réalité expérimentale.

MINÉRALOGIE. — *Examen pétrographique de quelques roches volcaniques des îles Tuamotou et de l'île Pitcairn.* Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. A. Lacroix.

M. A. Lacroix a bien voulu me confier l'étude d'une collection de roches rapportée au laboratoire de Minéralogie du Muséum par M. Seurat et provenant des îles Mangareva, la plus orientale de l'archipel des Tuamotou, et Pitcairn.

Ces roches puisent leur principal intérêt de leur situation géographique au milieu de l'océan Pacifique, sur les confins orientaux, jusqu'alors peu connus, au point de vue pétrographique, de la Polynésie.

L'observation microscopique en plaque mince permet de rapporter la plupart d'entre elles au groupe des basaltes feldspathiques.

Les grands cristaux du premier temps se montrent plus ou moins abondants suivant les échantillons observés; ce sont des cristaux de feldspaths assez rares, isolés ou en agrégats, souvent brisés; ils présentent simulta-

nément les macles de Carlsbad et de l'albite qui ont permis des déterminations précises dans les sections de la zone de symétrie. De ces déterminations ressort une variation de composition allant de 52 à 78 pour 100 d'anorthite et représentant une série, partant des labradors acides ($Ab^1 An^1$) pour aller jusqu'aux bytownites ($Ab^1 An^3$).

Comme éléments ferro-magnésiens, de grands cristaux d'olivine, à formes propres, offrent souvent le mode d'altération décrit par M. Michel Lévy dans les basaltes du Mont-Dore ([1]); le minéral se transforme à la périphérie en un corps biréfringent brun rouge, dont les propriétés optiques sont nettement différentes de celles de l'olivine; malheureusement, les bandes épigénisées sont trop minces et ne nous ont pas permis une détermination précise même dans des sections favorables (section *p*); l'angle 2V des axes optiques, très grand, l'absence de dispersion anormale élimine la gœthite et faipenser à la limonite.

L'abondance des cristaux d'olivine devient considérable dans quelques échantillons (Mangareva) où la pâte microlitique raréfiée ne fait plus que les agglutiner. Quelques rares grands cristaux d'augite moulent ceux d'olivine. Le fer oxydulé est assez abondant.

La pâte microlitique du deuxième temps de consolidation est prédominante dans la plupart des échantillons. Elle contient des microlites feldspathiques aplatis suivant g^1, que nous avons pu déterminer par les sections de la zone perpendiculaire à g^1. Ces déterminations ont permis de classer les échantillons étudiés en deux séries, l'une à microlites d'andésite (36 à 45 pour 100 d'an.), l'autre à microlites de labrador (45 à 68 pour 100 d'an.).

Les microlites d'augite, généralement courts, sont très abondants dans certaines plaques.

L'olivine apparaît, elle aussi, en microlites de petite taille qu'il est intéressant de comparer à ceux des andésites de la chaîne des Puys. Ils sont quelquefois épigénisés par la matière brun rouge dont il a été question plus haut,

L'apparition d'une seconde génération d'olivine est intéressante au point de vue théorique; il faut remarquer que cette olivine microlitique se montre dans des roches qui contiennent de grands cristaux du même minéral du premier temps et de consolidation antérieure à la plupart des autres éléments; l'explication de ce fait ne ressort pas facilement de la théorie des solutions de silicates fondus entre eux. Il faut recourir à des phénomènes de sursaturation ou d'ionisation exceptionnels.

Il y a parfois en outre un résidu vitreux abondant, et alors la roche est nettement fluidale.

([1]) *Bull. Soc. Géol.* (*Course du Mont-Dore*), 3e série, t. XVIII, 1890, p. 688.

Beaucoup des basaltes de Mangareva provenant des parties superficielles des coulées sont amygdalaires et ont leurs vacuoles tapissées de zéolites, parfois de chlorites fibreuses et de lamelles hexagonales de mica brun secondaire. Ces zéolites sont : la thomsonite mamelonnée à éclat soyeux, la mésolite en longues et fines fibres enchevêtrées presque monoréfringentes dans la zone verticale, la chabasie en grands cristaux rhomboédriques.

En résumé, il existe à Pitcairn et à Mangareva deux séries de roches basaltiques : une plus acide, de *basaltes andésitiques* (S. du mont Duff à Mangareva en particulier) passant à des andésites à olivine et à des tachylites (Pitcairn); une autre plus basique composée de *basaltes labradoriques*, quelquefois très augitique, d'autres fois très riche en olivine du premier temps : cette dernière paraît être la plus fréquente.

Il faut noter en outre l'existence à l'île Pitcairn de ponces trachytiques, presque entièrement vitreuses et par suite peu intéressantes au point de vue minéralogique.

BOTANIQUE. — *Sur les fruits parthénocarpiques.*

Note de M. Th. Solacolu, présentée par M. Gaston Bonnier.

Ayant produit expérimentalement plusieurs fruits parthénocarpiques, c'est-à-dire des fruits stériles qui se sont développés sans l'intervention de l'élément mâle, nous nous sommes proposé d'étudier comparativement aux ovaires et aux fruits normaux leur structure et leur développement.

Nos recherches ont porté sur :

1° L'ovaire avant la fécondation des ovules;

2° L'ovaire après la fécondation des ovules, c'est-à-dire le fruit normal;

3° L'ovaire dont aucun ovule n'a été fécondé, c'est-à-dire le fruit parthénocarpique.

Méthode. — Pour obtenir expérimentalement des fruits parthénocarpiques, nous avons choisi des fleurs non ouvertes, dont le pollen contenu dans les étamines n'était pas mûr. Nous avons arraché les étamines de ces fleurs, nous avons enduit les stigmates avec du mastic à greffer et nous avons recouvert la fleur, ainsi opérée, de mousseline à mailles très serrées; dans ces conditions, nous avons observé la formation d'un fruit parthénocarpique dans les espèces suivantes :

Brassica Oleracea (Var. acephala) DC., *Lonicera Caprifolium* L., *Papaver Rhœas* L., *Lilium candidum* L., *Lunaria biennis* Mœnch., *Pæonia officinalis* Retz., *Rhododendron Ponticum* L.

Résultats. — 1° La comparaison du fruit parthénocarpique avec l'ovaire non fécondé montre qu'il en diffère :

a. Par un agrandissement des cellules, ainsi que par la multiplication des éléments des tissus;

b. Par un commencement d'évolution qui cependant a avorté et d'où est résultée la formation d'un sclérenchyme plus abondant que dans l'ovaire.

2° La comparaison du fruit parthénocarpique avec le fruit normal montre qu'il en diffère :

a. Par une diminution du volume de ses cellules, dont le nombre ne change pas;

b. Par une réduction du tissu vasculaire, réduction qui porte surtout sur les faisceaux placentaires et résulte de ce que, dans les fruits parthénocarpiques, les ovules n'étant pas fécondés et ne se développant pas sensiblement, le besoin nutritif des placentas et des ovules est très minime.

Conclusion. — De ces faits il semble donc résulter que les réserves accumulées à la base de la fleur ou dans les parties voisines, pour servir au développement normal du pistil après la fécondation, sont utilisées dans certaines espèces, même lorsque la fécondation n'a pas lieu. Or, comme la fécondation dépend le plus souvent de circonstances extérieures, telles que humidité, sécheresse, vent, insectes, circonstances qui sont absolument indépendantes de l'évolution de la plante, lorsque cette fécondation n'a pas lieu, la plante emploie ses réserves à produire le fruit parthénocarpique, cet organe qu'on pourrait appeler un *faux-fruit*.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Un nouvel ennemi des Caféiers en Nouvelle-Calédonie.* Note de M. I. **Gallaud**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai entrepris l'étude de Caféiers provenant de la Nouvelle-Calédonie et atteints d'une maladie qui n'avait pas été signalée jusqu'à présent dans notre colonie. Il s'agit du *Koleroga* ou *Candellilo*, qui est causé par un champignon, le *Pellicularia Koleroga* Cooke.

On n'a que peu de renseignements sur ce parasite, car la maladie est

heureusement rare. A ma connaissance elle a été signalée deux fois seulement, au Mysore par Cooke (1) et au Vénézuéla par le Dr Ernst (2). En revanche, lorsqu'elle éclate, elle peut prendre une grande extension et détruire rapidement toutes les plantations. Le Dr Ernst a vu au Vénézuéla le fléau atteindre 20 000 arbres qu'il a fait périr en une année. Le *Pellicularia* est donc un ennemi redoutable pour le Caféier et son extension à la Nouvelle-Calédonie, où jusqu'à présent il était inconnu, pourrait avoir les plus graves conséquences.

La maladie a fait récemment son apparition dans les plantations d'un colon, à Moïndou sur la côte occidentale de l'île. A l'époque des pluies, au moment où ils sont en pleine vigueur, les plus beaux caféiers sont attaqués; on voit les feuilles pâlir, et bientôt l'arbre tout entier dépérit et meurt.

C'est bien au *Pellicularia* de Cooke qu'il faut attribuer la cause de la maladie. En effet, tous les organes aériens (tiges, feuilles, fleurs et fruits) présentent à leur surface des filaments allongés brun clair, qui fréquemment s'étalent en une sorte de pellicule de couleur jaune brun. Les filaments et les pellicules desséchés sont fort peu adhérents, sauf aux nœuds de la tige. Au microscope, les pellicules se montrent formées d'une trame aranéeuse de filaments mycéliens à anastomoses multiples, cloisonnés très régulièrement. De place en place on remarque des spores sessiles, rondes, échinulées, placées latéralement par rapport aux filaments. Ceux-ci ont de 3^{μ} à 9^{μ} de diamètre, les spores 10^{μ}. Le traitement par l'acide lactique fait apparaître sur les filaments secs une sorte d'émulsion qui résulte du gonflement de la masse gélatineuse qui englobe plus ou moins le *Pellicularia* à l'état vivant. Comme Cooke, je n'ai jamais observé les conidies en chaînes ni les pycnides que décrit Ernst et qui l'avaient amené à nommer *Erysiphe scandens* le parasite du *Candellilo* au Vénézuéla. On ne voit, d'ailleurs, jamais de filaments suceurs pénétrer par les stomates comme on en a signalé récemment pour les Érysiphées.

Le champignon est un parasite superficiel. Les filaments rampent à la surface du Caféier et à un moment donné leur extrémité se résout brusquement en un grand nombre de branches ramifiées dichotomiquement à de courts intervalles et pourvues de membranes de plus en plus minces. L'ensemble forme une *plaque adhésive* qui fixe le filament sur l'épiderme du Caféier et limite son extension. Mais alors une des rami-

(1) COOKE, *The coffee disease in South America* (*Journ. of the Lin. Soc.*, t. XVIII, 1880 et *Grevillea*, t. IV).

(2) ERNST, *Botanische Notizen aus Caracas* (*Bot. Centralbl.*, 1880).

fications latérales s'allonge à son tour et va former un peu plus loin une nouvelle plaque adhésive, de sorte que le champignon progresse un peu à la façon d'un *Rhizopus*.

Il se produit aussi de nombreuses plaques adhésives à l'extrémité des courtes branches latérales qui naissent en grand nombre tout le long des filaments principaux. Si l'on ajoute que, toutes les fois que deux tubes mycéliens se rapprochent l'un de l'autre, ils s'anastomosent, on comprendra par suite de quel mécanisme ce champignon filamenteux prend l'aspect pelliculaire qui le caractérise.

Outre leur rôle de fixation les plaques adhésives fonctionnent aussi comme *suçoirs*. Aux points correspondants la cuticule de la plante est fortement corrodée et, quand on arrache le parasite, il laisse sa trace en creux sur la surface de son hôte. D'ailleurs il ne pénètre jamais plus avant que la cuticule.

Ce mode si spécial de végétation en lames étalées, fixées sur l'hôte par une multitude de crampons qui sont en même temps des suçoirs, permet de comprendre pourquoi le *Pellicularia*, bien que superficiel, peut devenir un parasite dangereux et mortel pour la plante qui l'héberge. Les pellicules élargies et semi-gélatineuses qu'il forme recouvrent rapidement la plus grande partie de la surface aérienne de la plante, qu'elles étouffent en empêchant tout échange gazeux avec l'atmosphère.

Le fait que le parasite est uniquement superficiel permet d'espérer qu'on pourra trouver un traitement efficace contre cette maladie puisqu'on peut facilement atteindre le parasite sans grand danger pour son hôte. Je pense pouvoir donner bientôt le résultat d'expériences de traitements entrepris sur des Caféiers infestés artificiellement au moyen de cultures du champignon. Mais dès maintenant, à cause même de son mode de végétation sur son hôte naturel, on peut tenter avec beaucoup de chances de succès les pulvérisations superficielles de l'arbre par des bouillies cupriques rendues plus adhésives par une émulsion de pétrole dans l'eau savonneuse. Ce traitement, à côté de son action sur le parasite déjà installé sur l'arbre, pourra être employé préventivement sur les arbres menacés et aura l'avantage de les débarrasser en même temps de beaucoup d'autres parasites superficiels, animaux ou végétaux, qui, sans compromettre leur vie, contribuent à les affaiblir.

BIOMÉTRIQUE. — *Recherches statistiques sur l'évolution de la taille du Lin.* Note de Mlle **M. Stefanowska** et de M. **Henri Chrétien**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans une Note précédente (¹) l'un de nous a remarqué que, si les plantes à croissance relativement lente, comme le Pavot, suivent, dans la

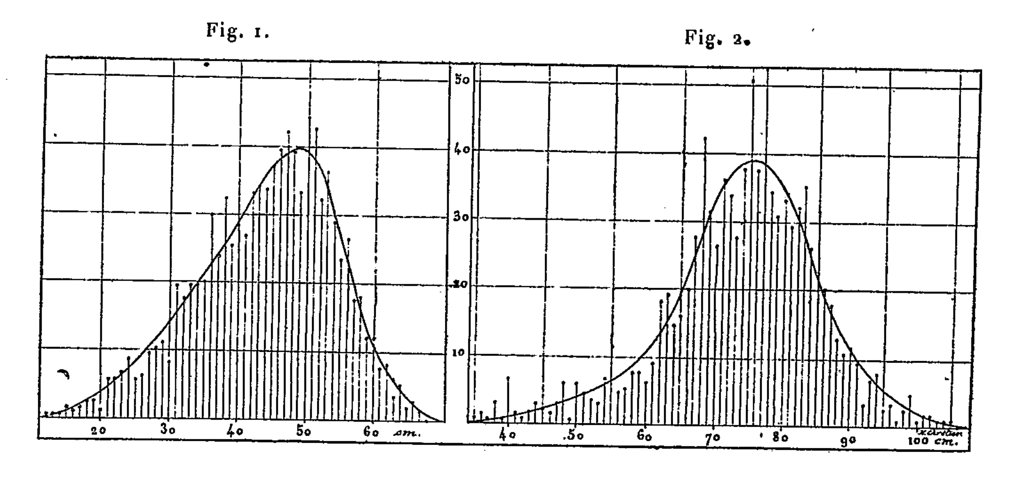
(¹) Mlle Stefanowska, *Recherches statistiques sur l'évolution de la taille des végétaux* (*Comptes rendus*, 9 octobre 1905).

répartition des ensembles statistiques de la taille à différents âges, une loi binomiale, on rencontre des perturbations pour les végétaux à croissance rapide. A ce point de vue nous avons étudié la croissance du Lin qui offre visiblement une dissymétrie de distribution par rapport aux tailles les plus nombreuses.

Dans les individus considérés, la tige ne présentait pas de ramifications, mais cette particularité subsistait, cela va sans dire, pour la racine qui est, d'ailleurs, extrêmement fragile et se brise fréquemment lorsqu'on procède aux mensurations. Nous donnons dans les graphiques ci-dessous les deux courbes de répartition des hauteurs qui ont été recueillies aux âges respectifs de 18 et de 28 jours.

Le nombre des individus étudiés était de 2030 dans le premier cas et de 1298 dans le second, mais les graphiques ont été ramenés l'un et l'autre au nombre de 1000 individus par réduction proportionnelle. On remarquera que la courbe de 28 jours est moins régulière que celle de 18, ce qui s'explique peut-être par ce fait qu'elle est contemporaine de la floraison.

Fig. 1. Fig. 2.



Nous avons cherché à interpoler ces observations par une formule rappelant la loi binomiale

$$y = N\frac{k}{\sqrt{\pi}}e^{-k^2z^2}. \tag{1}$$

On doit admettre que, si les hauteurs *observées* ne suivent pas cette loi, il existe néanmoins un certain paramètre z qui la suit rigoureusement et dont la hauteur empirique x est une fonction, d'ailleurs inconnue, à la condition évidente toutefois que la valeur probable de ce paramètre soit suffisamment grande pour que la probabilité des écarts négatifs soit la même que celle des écarts positifs de même module. En d'autres termes, si le changement de variable de x en z était effectué, on se trouverait en présence d'un de ces ensembles statistiques irréductibles que considère M. Ernest Sol-

vay [1] et qui sont caractéristiques des *mesures directes* dans la théorie des erreurs. Nous reviendrons ultérieurement sur cette importante question de la détermination théorique du paramètre z, lequel d'ailleurs ne pourra être susceptible d'une interprétation concrète que si l'on est en possession de matériaux extrêmement nombreux et très bien choisis.

Dans le cas du Lin la formule adoptée a la forme générale

$$(2) \qquad y = \mathrm{N}\frac{k}{\sqrt{\pi}}e^{-k^2(m-x+ax^2+bx^3+\ldots)^2},$$

x étant la taille *observée*. Il s'agit donc de déterminer les coefficients k, a, b, c, ... Le calcul de k se fait en admettant que les coefficients a, b, ... sont assez petits pour que l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty} y^2\,dx$$

ait sensiblement la même valeur que l'intégrale

$$\int_{-\infty}^{+\infty}\left(\mathrm{N}\frac{h}{\sqrt{\pi}}e^{-k^2z^2}\right)^2 dz.$$

Or cette dernière quantité a pour valeur $\mathrm{N}^2\frac{h}{\sqrt{2\pi}}$, d'où

$$(3) \qquad k = \frac{\sqrt{2\pi}}{\mathrm{N}^2}\int_{-\infty}^{+\infty} y^2\,dx.$$

Il suffit alors de prendre la somme des carrés des ordonnées pour mesure de l'intégrale du second membre de (3). Le *module de précision* k étant connu, on calcule les valeurs de l'expression (1) pour des valeurs de z en progression arithmétique; la comparaison avec la courbe de sentiment tracée à travers les points d'observations fait connaître les valeurs de x correspondantes. Il ne reste plus qu'à interpoler la fonction $x = \varphi(z)$ par une expression parabolique; le coefficient de x devra rester voisin de l'unité et les autres coefficients devront être petits.

Pour le Lin, il suffit de se limiter aux termes du second degré, c'est-à-dire que la formule est

$$y = \mathrm{N}\frac{k}{\sqrt{\pi}}e^{-k^2(m-bx-ax^2)};$$

---

[1] *L'énergétique considérée comme principe d'orientation rationnelle pour la Sociologie*, Bruxelles, 1904, p. 11.

les valeurs numériques trouvées sont les suivantes :

Ages.	N.	k.	m.	b.	a.
18 jours........	1000	0,0712	48,7	0,996	0,0117
28 »	1000	0,0696	76,5	1,186	0,0082

Ces résultats sont représentés par les courbes des graphiques.

En résumé, pour le Lin, le paramètre k et le nombre d'individus moyens $N\frac{k}{\sqrt{\pi}}$ sont sensiblement constants dans les deux courbes, tandis que la taille moyenne m est plus grande dans la seconde. Dans les limites considérées, le Lin reste comparable à lui-même, tandis que chez le Pavot les variations simultanées de k et de m permettaient de formuler comme loi d'évolution un accroissement des écarts corrélatif à l'accroissement de la taille moyenne.

ZOOLOGIE. — *La calotte cervicale chez les Nauplius de l'*Artemia salina. Note de M. **Nicolas de Zograf**, présentée par M. Edmond Perrier.

Déjà les premiers investigateurs du développement des Crustacés phyllopodes ont décrit une espèce de calotte ou de bouclier couvrant la moitié postérieure de la tête et la partie cervicale du tronc chez les Nauplius de ces animaux. Cet organe existe chez tous les Phyllopodes. Ainsi Claus le signale chez les *Branchipus* et les *Artemia*. Grube et Harrick le dessinent chez les *Limnetis*, mais ni l'un ni les autres ne décrivent cet organe avec assez de détail.

Cette calotte a une forme ronde ou ovale. Chez les *Artemia*, où je l'ai étudiée, elle est à peu près régulièrement circulaire; chez les *Limnetis*, son diamètre antéro-postérieur est plus grand que le diamètre latéral, enfin chez les *Branchipus*, les *Chirocephalus* et le *Streptocephalus*, la forme circulaire est souvent remplacée par un ovale, dont le grand axe est allongé latéralement.

Cette calotte est sans aucun doute un organe embryonnaire. Claus, dans son Mémoire classique *Zur Kenntniss des Baues und der Entwicklung von* Branchipus stagnalis *und* Apus cancriformis (Gœttingen, 1873), le dessine chez les Nauplius des *Apus* nouvellement éclos, je l'ai vu chez les embryons des *Artemia* où l'on ne distinguait aucun organe excepté les yeux impairs; chez les *Branchipus* elle apparaît aussi tôt que chez les *Apus*. Elle reste assez longtemps chez les larves des Phyllopodes. On peut l'observer facilement chez les Metanauplius des *Branchipus* et même chez les

larves du cinquième stade des *Apus*. Mais chez ces derniers, ainsi que chez les *Artemia*, elle reste aussi grande que chez les Nauplius nouvellement éclos, tandis que chez le *Branchipus* elle semble s'accroître quoique presque insensiblement. Chez les larves des *Branchipus* on peut suivre cet organe jusque chez les larves de 3^{mm} à 4^{mm} de longueur, chez les autres Phyllopodes il disparaît plus tôt.

Je n'ai pas trouvé de description détaillée de cet organe. La plupart des auteurs se bornent à le dessiner ou à le mentionner en passant. Mais il me semble que l'organisation de cette calotte est assez intéressante pour mériter une description.

La calotte est assez plate, comme comprimée en direction dorso-ventrale. Ses bords sont bien prononcés chez les *Artemia*, moins chez les Nauplius du *Branchipus stagnalis*. Quelquefois, chez les Nauplius d'*Artemia* nouvellement éclos, les bords de la calotte se soulèvent même au-dessus des parois du côté dorsal de la tête.

Sous la couverture chitineuse de la calotte, on remarque une quantité de cellules très grandes, plates, ayant de très grands noyaux aplatis. Ces noyaux ont été vus par Claus, qui les a dessinés sur la figure 2 de la planche VIII de son Mémoire *Untersuchungen über die Organisation und Entwicklung von* Branchipus *und* Artemia, publié en 1886 dans le Tome VI des *Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien*.

Ces grandes cellules apparaissent sur les coupes préparées des Nauplius d'*Artemia*, comme des corps aplatis, transparents, aux noyaux plats se colorant d'une façon assez intense.

Les cellules entourant la calotte, les cellules de ses bords diffèrent sensiblement des cellules de la calotte. Claus les a aussi dessinées sur la même figure, ainsi que sur la figure 1 de la même planche, mais n'a donné aucune description.

Ces cellules sont chez les Nauplius d'*Artemia* beaucoup plus grandes et plus vigoureuses. Les noyaux ne sont pas aplatis, mais font bomber le milieu des cellules. Ils se colorent encore plus fortement que les noyaux des cellules de la calotte et renferment beaucoup plus de chromatine que ces dernières. Sur les coupes, elles n'apparaissent pas transparentes, mais leur protoplasme se colore aussi surtout par les différentes colorations à hématoxyline.

On étudie très bien ces cellules, ainsi que celles de la calotte, en traitant les Nauplius par le liquide de Tellyesnizky et en les colorant après très légèrement par l'hématoxyline de Bœmer. La coloration doit être très légère pour ne pas colorer les organes intérieurs du Nauplius qui peuvent empêcher l'étude de la calotte.

Je n'ai pas réussi à étudier la calotte à l'aide du bleu de méthylène. Mes Nauplius vivaient dans une solution du sel du Liman à 8 pour 100 et se sentaient mal dans une solution à 5 pour 100. Or déjà cette solution précipitait le bleu de méthylène en beaux cristaux acuformes et la réaction n'avait aucun succès.

Il en fut tout à fait autrement lorsque j'appliquai les procédés de Golgi et de Ramon y Cajal. C'est surtout la dernière méthode qui m'a fourni les meilleurs résultats.

Ce sont les cellules du bord de la calotte qui précipitaient l'argent chromique et qui paraissent, vues au microscope, comme des anneaux noirs bordant la calotte. Dans quelques cas la réaction était vraiment superbe.

Il y a dix ans, j'ai publié dans les *Comptes rendus* les résultats de mes recherches sur les cellules du type nerveux chez les Nauplius des Crustacés Copépodes. Plus tard les mêmes recherches ont été publiées en russe et, dans ce Mémoire, j'ai démontré le grand intérêt que présentent ces cellules au point de vue de la phylogénie des Crustacés.

Maintenant nous trouvons chez les Phyllopodes, groupe des Crustacés le plus inférieur, le même anneau de cellules à réaction nerveuse. C'est pourquoi j'ai cru ce fait assez intéressant pour le communiquer à l'Académie des Sciences.

ZOOLOGIE. — *Sur un prétendu cas de reproduction par bourgeonnement chez les Annélides Polychètes.* Note de M. CH. GRAVIER, présentée par M. Edmond Perrier.

Un certain nombre d'Annélides Polychètes se reproduisent par voie sexuée et peuvent, en outre, se multiplier par bourgeonnement : tel est, en particulier, le cas de beaucoup de Syllidiens. A un moment donné, l'individu souche produit, souvent en arrière d'un segment de rang déterminé et fixe dans une espèce donnée, un grand nombre de segments dans lesquels les appendices d'un nouvel individu apparaissent et se différencient graduellement. Il se constitue, par le même processus, une chaîne d'êtres dont l'âge et le degré de développement vont croissant de la zone de prolifération à l'extrémité postérieure du corps. Le dernier terme de la série, le plus anciennement formé, se détache lorsqu'il a atteint une taille suffisante et qu'il peut mener une existence indépendante.

Si l'on fait abstraction des cas spéciaux offerts par la *Syllis ramosa* Mac Intosh, de la *Trypanosyllis ingens* Johnson, de la *Trypanosyllis gemmifera* Johnson et des phénomènes de régénération et d'hétéromorphose, le seul mode normal de bourgeonnement, actuellement et déjà anciennement connu chez les Polychètes, est celui qui vient d'être rappelé ci-dessus. En 1865, M. L. Vaillant publia, dans les *Annales des Sciences naturelles,* un Mémoire sur une Annélide qu'il trouva dans une Eponge (près de Suez) et qu'il ne put déterminer génériquement, mais qu'il rapporta aux Syllidiens.

Sur un lobe foliacé antérieur s'étendant de chaque côté du corps, étaient fixés des appendices de deux sortes : les uns, assez étroits, de largeur uniforme dans toute leur étendue; les autres, plus longs, dilatés à leur extrémité libre, avec des taches pigmentaires, sans cavité distincte. Invoquant le cas de l'*Exogone gemmifera* inexactement interprété par Pagenstecher (ainsi que Claparède l'avait présumé et que Viguier l'a démontré), M. L. Vaillant considérait ces derniers appendices comme des bourgeons qui ne rappellent pas le type de l'adulte, « mais bien un type tout à fait inférieur se rapprochant des Némertiens et des Planariens ».

Le Mémoire de M. L. Vaillant présentait un intérêt tout spécial au point de vue de la Biologie générale, car il révélait un mode de gemmiparité insoupçonné jusque-là : la production de bourgeons sur un organe particulier, un lobe membraneux, au voisinage immédiat de la bouche. Il permettait, en outre, de supposer que certains « Annelés inférieurs » ne sont peut-être « que des formes transitoires d'êtres plus élevés ».

Cependant un examen attentif des figures de la planche accompagnant le Mémoire donnait à penser que l'animal étudié par M. L. Vaillant n'appartenait pas à la famille des Syllidiens, mais à celle des Térébelliens, qui en diffèrent à tous égards. C'est ce que firent remarquer d'une façon plus ou moins circonstanciée Claparède, Mac Intosh, Ehlers et, plus tard, A. Giard.

J'ai eu la bonne fortune de retrouver ce Térébellien, dont M. L. Vaillant n'a étudié qu'un tronçon réduit aux 8 premiers sétigères et qui n'avait jamais été revu depuis les recherches de ce naturaliste; j'en ai recueilli d'assez nombreux exemplaires en divers points du golfe de Tadjourah (Côte française des Somalis), en 1904.

Cette Annélide, dont l'étude approfondie sera publiée prochainement, est un type nouveau (*Anisocirrus* n. g. *decipiens* n. sp.) de la sous-famille des *Polycirridea* Malmgren. Les formations que M. L. Vaillant pensait être des bourgeons ne sont bien réellement, comme on l'avait supposé depuis, que les tentacules qui présentent ici les mêmes caractères que chez les autres espèces du même groupe. Ce nouveau Térébellien se rapproche surtout du genre *Polycirrus* Grube et, à moindre degré, du genre *Lysilla* Malmgren.

ZOOLOGIE. — *Les sphérules trophoplasmiques des infusoires ciliés.* Note de MM. J. **Kunstler** et Ch. **Gineste**, présentée par M. Alfred Giard.

Depuis une vingtaine d'années, l'un d'entre nous, à diverses reprises, a fait connaître l'existence d'éléments vésiculaires particuliers dans l'endoplasme des Protozoaires dont la substance interne est plus ou moins fluide. Il y a deux ans, au cours de recherches sur l'Opaline dimidiate, nous avons pu préciser les notions ainsi acquises.

Les sphérules de ce remarquable parasite sont des vésicules de dimensions fort appréciables, à parois épaisses, réfringentes, quoique irrégulières sur la plus grande partie de leur étendue. A leur intérieur se voit souvent un nodule central pâle et difficilement visible, d'où partent des prolongements radiaires, allant aboutir aux parois noueuses de la vésicule. D'autres fois, deux corpuscules analogues, paraissant quelquefois dérivés de la division du petit corps primitif, s'observent en face l'un de l'autre; il peut même y en avoir plusieurs disposés en manière de points nodaux d'un réseau intravésiculaire. Ces corpuscules spéciaux ne se trouvent pas toujours au centre des éléments vésiculaires; ils peuvent être plus ou moins rapprochés de la paroi et souvent y être directement accolés. Un certain nombre de figures sont de nature à faire supposer que l'origine première de ces éléments centraux est précisément la paroi, d'où ils se rendraient par une sorte d'invagination progressive vers le centre.

Il y a une vingtaine d'années, l'un d'entre nous a montré que le corpuscule central pouvait subir des destinées diverses et que, dans une foule de cas, il était le porteur des granules sécrétés. Il a même montré que ces granules pouvaient arriver à acquérir des dimensions considérables, presque insolites (*Cryptomonas Giardi* Kunstler).

Dans une foule de nos éléments, le nodule central pâle paraît remplacé par des granules facilement visibles qui en masquent plus ou moins la présence. Ce semblent être là des produits de sécrétion se constituant au centre des sphérules, et il paraîtrait presque que les granules sécrétés se produisent généralement d'une façon plus ou moins analogue.

D'après ce qui précède, l'ensemble trabéculaire des vésicules protoplasmiques pourrait être considéré comme un véritable appareil de sécrétion. D'un autre côté, il n'est pas douteux que les sphérules trophoplasmiques sont susceptibles de se multiplier par scissiparité et que ce phénomène est précédé de la division d'un nodule central ou pariétal. Ces différences d'aspect peuvent dépendre de la direction dans laquelle on observe les sphérules. Il n'est pas facile de décider, dès à présent, d'une manière définitive si ce sont ces mêmes éléments centraux qui peuvent avoir ainsi un double rôle (et il n'est pas impossible qu'il en soit ainsi, puisque la

production d'un granule sécrété arrête toujours la multiplication) ou bien s'il y a des corpuscules bases de la sécrétion et des corpuscules directeurs de la division.

Pour fixer les idées, nous prendrons comme exemple une Opaline dimidiate d'une longueur de $112^{\mu},5$ et d'une largeur de $37^{\mu},5$. Ces précisions auront l'avantage de nous permettre de faire bien voir quels sont les rapports relatifs des dimensions des éléments sphérulaires à la masse totale du corps. Dans cette description, il ne sera tenu aucun compte de l'épaisse couche tégumentaire à constitution si remarquable déjà décrite autrefois.

Les sphérules trophoplasmiques de l'Opaline dimidiate ont un diamètre moyen de $1^{\mu},6$, alors que les nombreux petits noyaux éparpillés dans l'ensemble de l'être présentent un diamètre qui oscille entre 5^{μ} à 6^{μ}.

En coupe optique horizontale, le diamètre transversal montre 13 sphérules et le diamètre longitudinal 54, ce qui donne pour la surface observée un total approximatif de 702 éléments vésiculaires et un total d'environ 8000 vésicules pour l'ensemble de l'endoplasme. Il est à remarquer qu'il n'est pas question, ici, des intervalles qui peuvent exister entre les sphérules, ni de ce qui s'y trouve.

EMBRYOGÉNIE. — *Recherches sur une prétendue ovulase des spermatozoïdes.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Yves Delage.

Parmi les diverses théories qui ont été formulées dans ces dernières années sur les causes de la segmentation de l'œuf, une des plus séduisantes est celle de Piéri (¹) qui fait intervenir comme facteur déterminant de la segmentation ovulaire l'action d'un ferment soluble qu'il a appelé l'*ovulase* et qu'il aurait préparé en agitant tout simplement pendant un quart d'heure du sperme d'oursin (*Strongylocentrotus lividus* et *Echinus esculentus*) dans de l'eau de mer ou dans de l'eau distillée. Ce liquide filtré à travers un *filtre en papier*, puis mélangé avec des ovules *contenus dans de l'eau de mer ordinaire*, aurait provoqué un certain nombre de segmentations jusqu'au stade morula.

Je me suis livré à mon tour à des recherches sur le même sujet, en suivant une technique sévère échappant aux critiques que celle de Piéri sou-

(¹) J.-B. Piéri, *Un nouveau ferment soluble, l'ovulase* (*Arch. de Zoologie exp.*, t. VII, 1399; *Notes* et *Revue*).

lève *a priori* et dont quelques-unes ont d'ailleurs été prévues par cet auteur lui-même. Pour éviter toute cause d'erreur et éliminer en particulier l'action des spermatozoïdes qui existent toujours dans l'eau de mer des aquariums et de ceux qui resteraient au contact des instruments de dissection, il faut opérer avec les mêmes précautions que s'il s'agissait de faire des ensemencements de bactéries; les pinces et les ciseaux sont flambés; les vases en verre et les oursins longuement lavés à l'eau douce qui tue rapidement les spermatozoïdes, puis les animaux sont disséqués rapidement dans l'eau douce suivant la technique du professeur Y. Delage; les glandes génitales femelles, aussitôt extraites, sont plongées dans de *l'eau de mer stérilisée,* la même que celle dont s'est servi le professeur Y. Delage dans ses expériences de fécondation artificielle; enfin les liquides sont filtrés à l'aide de bougies Pasteur, avec un dispositif spécial relié à une machine Carré permettant d'activer la filtration en faisant le vide à la surface externe de la bougie. J'ai opéré avec les mêmes oursins qu'avait utilisés Piéri (*Strongylocentrotus lividus*) afin de faire une comparaison plus rigoureuse de nos résultats.

1° Parmi les nombreux essais que j'ai faits pour déterminer s'il est juste d'admettre l'action d'un ferment soluble que renfermerait le spermatozoïde, j'en citerai d'abord une première série qui, à elle seule, est absolument décisive : du sperme, soit pur, soit additionné de deux fois son volume d'eau distillée ou d'eau de mer ou encore de solution physiologique, est mélangé avec du sable blanc très fin et stérilisé ; le tout est longuement broyé dans un mortier, centrifugé et filtré à la bougie Pasteur. Le liquide obtenu est ensuite mélangé en proportions variables avec des œufs frais *contenus dans de l'eau de mer stérilisée :* dans aucun cas, il ne se produisit de segmentation. Ou bien je laisse les œufs plongés dans le liquide filtré pendant un temps variable, 2 minutes, 5 minutes, 10 minutes, etc., puis je les immerge dans une grande quantité d'eau de mer stérilisée : le résultat est encore négatif : les œufs éclatent plus ou moins rapidement suivant la quantité de liquide filtré employée; certains présentent la *dégénérescence vésiculaire* de Delage, qui leur donne l'aspect de morulas.

2° Du sperme est mis à macérer dans de l'eau distillée pendant 1 heure, 2 heures, 6 heures ou 12 heures. Puis, dans une première série d'expériences, le produit de la macération est broyé avec du sable stérilisé, centrifugé et filtré à la bougie Pasteur; dans une deuxième série d'expériences le liquide est simplement filtré à la bougie. Les produits de la filtration sont mélangés en proportions variables avec des œufs contenus dans de l'eau de mer stérilisée; ceux-ci entrent encore tous en dégénérescence au bout d'un certain temps.

3° J'agite dans un flacon, pendant 15 minutes, du sperme *additionné d'eau de mer* et je filtre au papier; le liquide qui passe renferme de très nombreux spermatozoïdes vivants et, jeté sur les œufs contenus dans de l'eau de mer *ordinaire*, il provoque au bout de 3 heures 20 pour 100 de segmentation à 2,4 et 8 blastomères : c'est

l'expérience et les résultats de Piéri. Mais le même liquide, projeté sur des œufs contenus dans de l'eau de mer *stérilisée* ne donne plus que 5 pour 100 de segmentation, parce que, dans ce dernier cas, on a éliminé l'action des spermatozoïdes que renferme l'eau de mer ordinaire et il n'est resté que les spermatozoïdes qui avaient passé à travers le filtre en papier. Quand celui-ci est remplacé par une bougie Pasteur, les segmentations sont nulles.

4° On sait que l'eau distillée tue les spermatozoïdes très rapidement; il suffit de 5 minutes d'agitation dans un flacon (je n'ai pas fait d'expériences avec un temps moindre). Si, comme l'a fait encore Piéri, on agite du sperme pendant 15 minutes avec de l'eau distillée, *tous les spermatozoïdes sont détruits;* mais les essais de fécondation que l'on fait ensuite avec ce liquide *filtré au papier* ou *non filtré* donnent des résultats très différents suivant le mode opératoire : 1° si le liquide spermatique est prélevé dans le flacon à l'aide d'une pipette et mélangé avec des œufs contenus dans de l'eau de mer *stérilisée*, on n'obtient aucune segmentation; 2° si le liquide *est vidé par le goulot du flacon* sur les œufs plongés dans de l'eau de mer *ordinaire*, on obtient un certain nombre de segmentations provoquées par les spermatozoïdes qui peuvent exister dans l'eau de mer employée et par d'autres qui étaient restés vivants et adhérents aux parois du goulot du flacon; telle est l'origine des segmentations obtenues par Piéri; elles sont encore nulles si tous les liquides précédents sont préalablement filtrés à la bougie de porcelaine.

Les conclusions qui se dégagent de l'ensemble de ces recherches, c'est l'absence bien nette d'un ferment soluble d'origine spermatique qui provoquerait la segmentation de l'œuf et auquel avaient pu faire croire des expériences conduites avec une rigueur insuffisante.

PHYSIOLOGIE. — *Toxicité du liquide séminal et considérations générales sur la toxicité des produits génitaux.* Note de M. **Gustave Loisel**, présentée par M. Alfred Giard.

Après avoir montré dans nos Communications précédentes (1) que les produits rejetés par les ovaires renfermaient des substances toxiques, il était tout indiqué de rechercher si les produits rejetés par les testicules étaient également toxiques. Dans un certain nombre d'expériences que nous avons exposées devant la Société de Biologie (2) nous avons d'abord montré que l'extrait salé de sperme de Chien, injecté dans les veines du Lapin, déterminait la mort; que le sperme de Cobaye, injecté périodiquement sous la peau de jeunes Cobayes, modifiait la croissance, en exagérant les oscillations normales, de manière à présenter une courbe tout à fait désordonnée (3).

---

(1) *Comptes rendus,* 6 novembre 1905, et *Comptes rendus Soc. Biol.,* 4 novembre.

(2) *Comptes rendus Soc. Biol.,* 25 novembre 1905.

(3) Voir G. Loisel, *Croissance de Cobayes normaux ou soumis à l'action du sel et du sperme de Cobaye* (*Comptes rendus Soc. Biol.,* 25 novembre).

Enfin, expérimentant sur le sperme de Tortue, nous avons séparé les spermatozoïdes vivants pour n'injecter que la partie liquide de sperme et, là encore, nous avons obtenu des phénomènes de toxicité manifeste.

Si nous rappelons maintenant que nous avons pu constater une toxicité plus ou moins grande des organes et des produits sexuels, dans des types d'animaux appartenant à des groupes très différents du règne animal : Oursin, Grenouille, Tortue, Poule, Canard, Chien, Cobaye, nous croyons pouvoir conclure que cette toxicité est une caractéristique générale des sécrétions sexuelles. Et cela d'autant plus que Voinow est venu confirmer les résultats de nos expériences en les étendant au Coq et Phisalix, au Crapaud, à la Vipère et à l'Abeille. Nous avons montré que la toxicité des sécrétions sexuelles était indépendante de la toxicité des tissus génitaux et de la substance sexuelle vivante elle-même, tout au moins pour ce qui concerne le sperme.

Nous avons recherché ensuite quelle était la nature des substances toxiques dont nous avons reconnu la présence. Des expériences suivies, que nous avons exposées autre part [1], nous ont montré que les phénomènes d'intoxication produits par les œufs doivent être ramenés à la présence de névrine pour une faible part et de toxalbumines pour la plus grande part; il faut y ajouter, pour les œufs de Grenouille du moins, la présence d'alcaloïdes.

Nous avons montré ensuite que la toxicité génitale variait avec la nature des espèces, avec le sexe, avec l'âge de l'œuf après la ponte et avec l'état plus ou moins avancé de l'incubation.

L'intérêt des résultats que nous venons de résumer ici s'adresse aux médecins, aux physiologistes et aux biologistes. Le médecin y verra une nouvelle raison d'alimenter ses malades avec des jaunes d'œufs, car les substances toxiques ovulaires absorbées lentement doivent agir comme simples stimulants du système nerveux central et, par suite, de la nutrition en général. Mais il verra aussi le danger possible de prescrire cette alimentation aux personnes dont l'épithélium digestif, n'étant pas en bon état, peut permettre une absorption plus rapide de toxines ovulaires. Nos recherches expliquent enfin les phénomènes d'intoxication observés à la suite d'ingestion de gâteaux aux œufs et font comprendre comment certaines personnes, adultes ou enfants, plus spécialement sensibles aux toxines, ont pu être intoxiquées par des œufs crus ou peu cuits.

Au point de vue physiologique, nos recherches montrent que les glandes génitales élaborent des substances excitatrices du système nerveux central qu'elles rejettent en partie avec les œufs ou avec le sperme; ces glandes doivent donc être considérées, à ce point de vue, comme des organes excréteurs. Par contre, ces substances excitatrices, rentrant lentement dans

---

(1) *Soc. de Biol.*, 25 novembre.

l'organisme lors des réabsorptions ovulaires, on comprend mieux ainsi certains phénomènes de la vie des individus, telle que l'excitation particulière des femelles qu'on empêche de pondre. Cette excitation peut amener un état maladif ou même la mort, chez les femelles de Grenouilles, par exemple; ou bien une survie de quelques jours, chez les femelles des Insectes qui gardent leurs œufs.

Ces recherches doivent enfin attirer l'attention du biologiste, au moment où la théorie de la mutation vient montrer de plus en plus l'importance des éléments sexuels dans la transmission des caractères héréditaires. Nos expériences prouvent, en effet, qu'il faut tenir compte, dans la fécondation, non seulement de la chromatine des éléments sexuels, comme on l'a fait jusqu'ici, mais encore des substances solubles qui les imprègnent. Le sperme testiculaire étant toxique, il est probable que le spermatozoïde est porteur lui-même d'une certaine quantité de toxalbumine qui vient exciter la matière vivante, comme nous avons vu, dans nos expériences, cette toxalbumine venir exciter si puissamment les centres nerveux. De leur côté, les substances toxiques solubles contenues dans l'œuf viendraient à leur tour réagir sur la tête du spermatozoïde et ainsi seraient déterminés les phénomènes de cinèses successives qui suivent la fécondation.

Dans ces actions et réactions une partie des substances toxiques contenues dans les blastomères doivent se neutraliser ou se détruire, puisque nous avons vu, après Phisalix, la toxicité diminuer dans les œufs en incubation. Corrélativement à cette disparition progressive des toxines, nous voyons les cinèses embryonnaires se faire de plus en plus lentement, ce qui vient encore plaider en faveur de l'opinion que nous venons d'émettre.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'influence des sels intimement liés aux albuminoïdes et aux matières diastasiques dans la protéolyse.* Note de M. G. **Malfitano**, présentée par M. E. Roux.

I. Une préparation de protéase charbonneuse [1], qui à faible dose liquéfie très rapidement la gélatine, mise en contact avec un cube coupé dans du blanc d'œuf cuit, ne l'altère presque pas; même au bout d'un temps très long le cube n'est qu'un peu racorni. Mais si l'on a chauffé ce cube dans

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 295, et *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1903 et 1905.

la solution physiologique entre 100° et 110° pendant 30 minutes, la même préparation diastasique le rend transparent et lentement le dissout. Par contre, un cube pareil, chauffé dans une solution de $CaCl^2$ équimoléculaire avec la solution physiologique, est devenu non seulement réfractaire à l'action de la protéase, mais est aussi plus résistant vis-à-vis d'un suc pancréatique kinasé bien actif.

Après le chauffage dans les solutions salines susmentionnées les cubes d'albumine n'apparaissent aucunement altérés, ni dans leur aspect, ni dans leur consistance. Mais j'ai pu m'assurer qu'ils ont échangé des sels avec les liquides qui les baignaient. La teneur en cendres de ces cubes se trouve diminuée d'un tiers à un demi et en même temps on observe que le cube plongé dans NaCl a perdu de la chaux et que celui qui a été plongé dans $CaCl^2$ en a absorbé.

Si l'on ajoute à de la protéase une émulsion préparée en broyant très finement du blanc d'œuf bouilli on n'observe guère d'action sensible. Si l'on délaye le blanc d'œuf frais dans 10^{vol} d'eau distillée et que l'on précipite l'albumine après chauffage par addition de la quantité appropriée d'acide chlorhydrique ou d'acide acétique, puis que par centrifugation on la sépare du liquide, on voit que ce liquide retient très peu de matière organique et renferme de 40 à 60 pour 100 de la quantité totale des cendres de l'albumine. On obtient ainsi une albumine qui est très facilement dissoute par la protéase et cela dans des conditions aussi comparables que possible avec celles réalisées pour le blanc d'œuf broyé.

Enfin j'ai vu que l'albumine du sérum, sous forme de coagulums ou en solutions chauffées, est digérée par la protéase beaucoup plus facilement et plus complètement que l'ovalbumine. La différence la plus remarquable entre ces deux albumines consiste dans leur teneur en cendres, la sérumalbumine étant plus riche en sels solubles que l'ovalbumine. La différence dans l'activité de la protéase vis-à-vis des albuminoïdes différents ne paraît donc pas liée à des caractères de spécificité, tout au moins de l'ordre de celle, par exemple, qui distingue la sucrase de la maltase. Il suffit, en effet, de changer dans l'albumine les rapports entre la matière organique et les sels qui l'accompagnent pour la rendre plus ou moins digestible.

II. La manière dont se comporte la protéase du charbon vis-à-vis des différents albuminoïdes correspond à celle d'un mélange de kinase avec très peu de suc pancréatique. Une préparation obtenue en mettant à macérer 1^g de kinase Hallion dans 50^{cm^3} d'eau additionnée de 0,5 de suc pancréatique est, en effet, très peu active sur les cubes de blanc d'œuf cuit, tandis qu'elle liquéfie très fortement la gélatine.

L'identité entre la protéase charbonneuse et les mélanges de kinase pauvres en suc pancréatique se poursuit encore si l'on filtre ces deux diastases au travers du collodion.

Les liquides qui filtrent sont presque parfaitement inactifs dans l'un et l'autre cas. Des mélanges riches en suc pancréatique, par contre, donnent, par filtration au collodion, des liquides actifs.

La kinase laisse des cendres riches en phosphates insolubles, le suc pancréatique est très riche en sels alcalins.

Les bactéridies cultivées dans des milieux où, toutes choses étant égales, on a ajouté des quantités croissantes de NaCl ou des doses très faibles de $CaCl^2$, fournissent, à poids égal, des préparations de protéase dont l'activité varie suivant la nature et la quantité des sels des milieux où elle sont poussé.

D'autre part, ces deux chlorures ajoutés, dans des proportions correspondantes et même plus grandes, à des échantillons de la même protéase ne paraissent pas en influencer l'activité.

Tous ces faits incitent à envisager le phénomène de la protéolyse comme intimement lié à des modifications des rapports entre les matières organiques et les matières salines qui constituent les unités physiques des albuminoïdes et celles des diastases.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le rôle des sels dans l'activation du suc pancréatique. Spécificité du calcium* (¹). Note de M. C. **Delezenne**, présentée par M. Roux.

L'examen méthodique des conditions dans lesquelles se produit l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium montre, tout d'abord, que les doses minima dont l'addition est nécessaire pour obtenir la digestion, sont en apparence très considérables. Si l'on emploie le $CaCl^2$, par exemple, il faut atteindre pour la plupart des sucs des doses comprises entre $0^{cm^3},08$ et $0^{cm^3},12$ d'une solution à 20 pour 100, pour obtenir la digestion rapide d'un cube d'albumine; eu égard aux quantités de suc pancréatique que nous employons (2^{cm^3}), et au volume total du liquide ($2^{cm^3},5$), ces quantités correspondent à une proportion de $CaCl^2$ variant entre 6 et 9 pour 1000. Mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer, la plus grande partie du sel de calcium employé est utilisée pour neutraliser les carbonates et les phosphates alcalins contenus dans le suc et ce n'est que

(¹) Voir C. Delezenne, *Activation du suc pancréatique par les sels de calcium* (*Comptes rendus*, 13 novembre 1905).

l'excédent du sel soluble de calcium ajouté qui paraît intervenir dans le phénomène de l'activation. On peut se rendre compte de ce fait en filtrant, quand l'activation est maximale, des mélanges de suc et de $CaCl^2$, préparés en série, et en leur ajoutant alors un excès d'oxalate d'ammoniaque. Un précipité d'oxalate de calcium ne se produit nettement que dans les tubes où l'activation s'est opérée, c'est-à-dire dans ceux qui renfermaient, outre la quantité de $CaCl^2$ suffisante pour saturer les sels alcalins, un excédent de sel de chaux soluble.

La différence entre les quantités de $CaCl^2$ ajoutées à deux tubes immédiatement voisins, dont l'un a été le siège d'une digestion et dont l'autre n'a subi aucune modification, doit donc correspondre sensiblement aux doses limites de sel soluble de calcium qui interviennent réellement dans le phénomène de l'activation. On voit ainsi que la quantité de $CaCl^2$ directement efficace est souvent inférieure à 1 pour 1000.

Si l'on augmente progressivement la quantité de sel de calcium ajouté au suc, on constate que, dans de certaines limites, la digestion s'effectue d'autant plus rapidement que la concentration réelle en sel dissous est plus élevée. Dans nos expériences, la digestion la plus rapide a été obtenue quand le milieu contenait environ 5 pour 1000 de $CaCl^2$. Si les concentrations sont plus fortes, la digestion se ralentit peu à peu, pour cesser complètement quand on atteint une concentration de 10 à 20 pour 100.

Il se passe ici un phénomène très analogue, semble-t-il, à celui qu'on observe quand on étudie l'action des sels de calcium sur la coagulation du sang. On sait, en effet, que si les faibles doses de Ca sont nécessaires à la formation du fibrinferment, l'activité de celui-ci est en outre favorisée par les doses moyennes et entravée par les doses fortes.

Il était intéressant de rechercher si les sels solubles d'autres métaux bivalents étaient capables de jouer le même rôle que les sels de calcium. Lorsqu'on substitue au $CaCl^2$, du $SrCl^2$, du $BaCl^2$, du $MgCl^2$, on n'observe jamais, quelle que soit d'ailleurs la dose ajoutée, de digestion en l'espace de 12 à 14 heures, alors que la digestion est toujours complète, dans le même temps, lorsqu'on emploie une proportion optimum de $CaCl^2$. Quand l'expérience est prolongée pendant un temps beaucoup plus considérable on observe quelquefois cependant une digestion tardive et partielle; mais celle-ci se produit trop irrégulièrement pour que nous nous croyions autorisé, d'ores et déjà, à rapporter avec certitude à ces sels eux-mêmes la faible action dont il s'agit. Quoi qu'il en soit, le pouvoir activant des sels de strontium, de baryum et de magnésium ne peut en aucune façon, si tant est qu'il existe, être mis en parallèle avec celui des sels de calcium qui

jouent dans ce phénomène, comme dans la coagulation du sang, un rôle véritablement spécifique.

On peut encore mettre en lumière l'action énergique du calcium en ajoutant ce dernier, à dose très faible, à un suc déjà additionné d'une proportion de $SrCl^2$, de $BaCl^2$, etc., plus que suffisante pour saturer la totalité des carbonates et des phosphates alcalins du suc pancréatique. On observe, dans ces conditions, que la digestion est déjà terminée dans les tubes contenant la petite quantité de calcium, alors qu'elle est complètement nulle dans les tubes témoins. L'introduction accidentelle d'une trace d'un sel soluble de calcium dans un suc, dont les carbonates et les phosphates sont déjà totalement précipités, pourra évidemment donner les mêmes résultats. J'aurai d'ailleurs l'occasion d'insister davantage sur ces faits quand j'étudierai l'influence qu'exerce parfois, dans le phénomène de l'activation, le calcium apporté par la substance à digérer.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Oxydation des substances organiques par le sulfate ferreux en présence d'extraits de tissus animaux.* Note de M. F. **Battelli** et de Mlle L. **Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons trouvé que le sulfate ferreux se comporte vis-à-vis de la catalase d'une manière tout à fait analogue à l'anticatalase. On peut s'adresser au sulfate ferreux pour étudier d'une manière beaucoup plus commode l'action de l'anticatalase sur la catalase.

On sait depuis longtemps que le sulfate ferreux en présence du peroxyde d'hydrogène exerce une action oxydante énergique, en se comportant comme une peroxydase. A toutes les réactions connues nous pouvons ajouter la décomposition des acides lactique, acétique et formique avec dégagement d'anhydride carbonique.

Le sulfate ferreux sans addition de peroxyde d'hydrogène n'exerce aucune action appréciable.

Pour pouvoir expliquer les oxydations dans les tissus animaux on a émis plusieurs hypothèses, parmi lesquelles il faut citer celle de la formation des peroxydes (Bach et Engler). Cette hypothèse n'a pas reçu jusqu'ici un appui expérimental, du moins en ce qui concerne l'organisme animal.

Nous avons pensé que, si les tissus animaux donnaient lieu à la formation de peroxydes, ces peroxydes devraient activer l'action oxydante du sulfate ferreux. L'expérience a confirmé nos prévisions.

Nous avons employé la méthode suivante : des muscles de cheval ou de chien pris immédiatement après la mort de l'animal sont finement broyés. On ajoute à 10^g de tissus 20^{cm^3} d'eau, $0^g,30$ de lactate de calcium et $0^g,15$ de sulfate ferreux. Le mélange légèrement acide est neutralisé par une solution étendue d'hydrate de sodium. Le mélange est introduit dans un flacon A et placé dans un thermostat à eau réglé à 38°. On fait passer un courant d'air continu. Avant d'arriver dans le flacon A l'air est débarrassé de l'anhydride carbonique qu'il renferme, en traversant des récipients contenant une lessive de potasse caustique. A la sortie du flacon A l'air passe dans deux flacons remplis d'hydrate de baryum qui absorbe l'anhydride carbonique. Après un séjour de 30 minutes dans le thermostat, on acidifie fortement le mélange contenu dans le flacon A et l'on continue à faire passer le courant d'air pendant 15 minutes. La baryte, qui jusqu'alors était restée transparente, commence à se troubler et bientôt le précipité de carbonate de baryum devient assez considérable. Après 15 minutes on suspend le courant d'air, on réunit la baryte des deux flacons et l'on dose la quantité de CO^2 qui a été absorbée au moyen d'une solution titrée d'acide oxalique.

Dans un appareil témoin on procède d'une manière tout à fait analogue. On place au thermostat la même quantité de muscle et de lactate, mais on n'ajoute pas de sulfate ferreux.

Les résultats ont été les suivants :

Habituellement le mélange contenant le sulfate ferreux donne une quantité de CO^2 notablement supérieure à celle fournie par le mélange ne renfermant pas le sulfate. Ces différences sont variables. Dans le cas le plus favorable obtenu jusqu'ici, le mélange contenant le sulfate ferreux a dégagé 19^{cm^3} de CO^2 tandis que le mélange témoin dépourvu de sulfate ferreux avait dégagé 6^{cm^3} de CO^2.

Dans quelques cas, la production de CO^2 par le sulfate ferreux en présence de l'émulsion musculaire a été nulle ou tout à fait insignifiante. En outre, les muscles pris sur les animaux morts depuis 12 heures n'ont jamais réussi à activer le sulfate ferreux. Ce dernier résultat ferait supposer ou bien que la substance qui active le sulfate ferreux se détruit rapidement après la mort, ou bien qu'il se forme d'autres substances qui en empêchent l'action.

Si l'on ne fait pas passer un courant d'air, l'émulsion musculaire n'active pas le sulfate ferreux. Le dégagement de CO^2, après acidification, est très faible ou nul. La présence d'oxygène est donc nécessaire.

D'après ces résultats on peut admettre que l'activation du sulfate ferreux par les émulsions de muscles avec l'intervention de l'oxygène est due à la présence de peroxydes qui existent dans le muscle et qui se reconstituent continuellement en absorbant l'oxygène de l'air. Quant au sulfate

ferreux, il serait représenté dans l'organisme par l'anticatalase, qui jouerait ainsi le rôle d'une peroxydase.

GÉOLOGIE. — *Émersion crétacée en Grèce.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. Albert Gaudry.

L'absence de l'Éocène et même des couches plus récentes au-dessus du crétacé d'une grande partie de la Grèce orientale conduit à la conclusion qu'avant l'Éocène eut lieu une émersion considérable. Mes recherches m'ont permis de constater que cette émersion s'est faite suivant une direction NE. Bien que cette orientation se retrouve souvent sur les couches crétacées les plus superficielles, au milieu de beaucoup d'autres, comme cela ressort des données recueillies par M. Gaudry (*Géologie de l'Attique*, p. 391), les plissements plus récents semblent avoir agi avec plus d'intensité sur ces couches et masquent généralement le mouvement crétacé. Au contraire, dans les couches plus profondes, les plissements plus récents ont eu, paraît-il, moins de prise, comme cela est arrivé en Provence, en France, et l'on trouve alors l'orientation NE bien nette.

C'est ainsi qu'au Cithéron, à Kasa, j'ai observé, contre la route nationale, un calcaire noir plongeant sous les schistes bariolés, que surmonte le calcaire du sommet. L'orientation de ce calcaire noir est NE. La même orientation se trouve à Moriki, au nord de Thèbes, dans un calcaire sombre qui plonge sous la serpentine. Elle se retrouve en Livadie dans le calcaire noir des sources de l'Hercyne recouvert par la formation schisteuse, que surmonte le calcaire supérieur du Parnasse; puis au couvent de Jérusalem, sur le flanc est de cette montagne, sur un calcaire noir parallélisé par Bittner avec celui des sources de l'Hercyne. J'ai encore retrouvé la direction NE dans un calcaire intercalé dans le flysch crétacé de Vitrinitsa, au nord de ce village, et sur le chemin de Tricorpha à Palæoxari.

Plus à l'Ouest, à Naupacte, cette orientation apparaît, contre le sentier de la citadelle, dans un calcaire gris, reposant sur du grès; ici ces couches sont chevauchées par les couches C. J. (crétacés-jurassiques) de M. Cayeux : de la mer on distingue nettement la ligne de discontinuité, enveloppant les couches de grès et de calcaire gris, qui manque souvent, enlevé par l'érosion, probablement avant le chevauchement, comme cela arrive au sommet de Rigani, au nord de Naupacte et au col même au delà de la citadelle. Au sommet l'écrasement a fait disparaître les jaspes, qui reparaissent au delà, ainsi que le calcaire gris. Nous allons voir bientôt que ces chevauchements, sur lesquels M. Cayeux a le premier porté l'attention, sont dus aux plissements pyrénéens; constatons seulement ici que ce sont les couches du substratum qui sont encore affectées par le plissement NE, tandis que les couches de recouvrement ont été affectées par les plis alpins ou pindiques.

Ce même grès, surmonté de calcaire gris, paraît former les rides primitives de la chaîne d'Olonos, dans le Péloponèse. C'est ainsi que l'on observe, au mont Astras, un grès surmonté d'un calcaire gris orienté NE. Le grès se développe vers l'Est sur les deux rives de l'Érymanthe, tandis que le calcaire manque aussi ici, enlevé par érosion, comme à Naupacte. Le grès conserve toujours l'orientation NE, qui a déterminé aussi la direction de la rivière. Ces couches sont aussi ici chevauchées par le même complexe de jaspes et calcaires (G. J.). Mais ici ce complexe, devant l'obstacle présenté par les rides du substratum, dévie de la direction pyrénéenne ONO qui apparaît plus au Nord; et se moule contre les rides NE; il se replie en anticlinaux répétés (j'ai compté quatre plis sur le versant occidental en face d'Alpochori) et, chevauchant l'obstacle, vient recouvrir au delà le flysch, qui présente des intercalations calcaires fossilifères, dont M. Thévenin a bien voulu déterminer les fossiles, consistant en *Nummulites aturicus, N.* du groupe de *complanatus, N. Helveticus, N. Lucasi, Orthophragmina* du groupe de *stellata, O. discus, O. stellata, Alveolina* du groupe de *subpyrenaica, Orbitolites complanata* et *Assilina planospira*. Ces fossiles assignent à l'âge du chevauchement une limite variant de la fin du Lutétien moyen au commencement du Lutétien supérieur. Un échantillon d'ailleurs de calcaire intercalé dans le flysch éocène de Maguliana, en Arcadie, chevauché aussi, répond à l'Éocène moyen, d'après une détermination qu'a bien voulu faire M. Cayeux, ce qui vient en confirmation des premiers résultats.

Si, maintenant, de la chaîne d'Olonos nous passons au delà de l'Alphée, nous trouvons le chaînon de Kaïapha, en calcaire gris avec rudistes et orientation NE. Cette direction des couches de Kaïapha et de l'Astras passe précisément par le couvent de Jérusalem, sur le Parnasse, où nous avons trouvé l'orientation NE. Tout le calcaire supérieur du Parnasse est d'ailleurs rompu suivant cette direction et laisse apparaître au-dessous la formation schisteuse.

De même, dans la direction des plis NE de Moriki, on trouve dans le Péloponèse, entre les monts Ziria et Chelmos, les schistes cristallins relevés et présentant même au nord du Ziria, près du village de Trikala, l'orientation NE.

L'orientation NE est encore bien exprimée dans l'Argolide, à Bedeni, sur le calcaire supérieur à Hippurites, et en Thessalie, sur le calcaire de Karadagh, avec *H. cornuvaccinum*.

Il ressort bien de toutes ces données que l'émersion crétacée en Grèce est subordonnée à un plissement NE dont les plis se seraient moulés sur les plis hercyniens découverts par M. Deprat en Eubée, et qui se retrouvent au Pentélique et à l'Hymette. Avec les plis crétacés ont interféré, plus tard, les plis pyrénéens, en donnant lieu à des chevauchements grandioses, dont nous n'avons reconnu ci-dessus qu'une partie. Les plis pindiques ou alpins sont encore venus compliquer davantage la tectonique de la région, mais le substratum trahit le plissement crétacé NE en dépit des plissements plus récents.

Notons d'ailleurs que l'émersion crétacée, en Grèce, vient s'ajouter à toutes celles déjà signalées à la même époque à une foule d'autres endroits dans la Mésogée. Ainsi donc la transgression crétacée, malgré son ampleur, n'a pas lieu de nous étonner : elle apparaît comme la conséquence naturelle des mouvements crétacés. Sous l'effort des pressions latérales des Avant-Pays plus rigides, les sédiments marins de la Mésogée plus élastiques se rident : les rides sont formées de bombements et de dépressions à large rayon de courbure. C'est le moment du refoulement des eaux sur les continents. La poussée s'accentuant, les bombements émergent, tandis que les dépressions s'approfondissent, en donnant lieu aux géosynclinaux, qui seraient ainsi dus beaucoup plus aux efforts du plissement qu'au relèvement des isogéothermes. A partir de ce moment, les eaux sont repoussées loin des parties émergées, tandis que bientôt les bombements sous l'accentuation des poussées se rompent, amenant des effondrements, qui atteignent aussi les Avant-Pays, comme si ces derniers avaient en partie suivi le gonflement général, ce qui n'a rien que de très naturel. Le retrait brusque de la mer est la conséquence de ces effondrements.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure géologique de la Cordillère cantabrique dans la province de Santander.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai étudié, pendant une partie de l'été dernier, les plissements de la Cordillère cantabrique entre le massif des Pics d'Europe, à l'ouest, et la ville de Santander, à l'est. La stratigraphie de cette région de l'Espagne est assez bien connue; mais aucun des géologues qui l'ont parcourue et décrite ne s'est occupé de la tectonique; et il suffit cependant de jeter un coup d'œil sur la carte géologique de l'Espagne pour deviner que les mêmes problèmes de structure, qui rendent aujourd'hui si intéressante la chaîne des Pyrénées, se posent dans la province de Santander.

Le trait dominant est la présence d'une longue et étroite bande de terrain triasique, parallèle à la côte, et allant, par La Hermida, Carmona, Riocorvo et Areual, des Pics d'Europe jusqu'aux environs d'Entrambas Aguas. Sur une longueur de 50^{km}, ce Trias plonge, au nord, sous l'Eocrétacé (Barrémien et Aptien); au sud, il repose, tantôt sur le Calcaire carbonifère (Las Caldas), tantôt sur le Jurassique supérieur (Cabuerniga), tantôt sur l'Eo-

crétacé. La largeur de la bande triasique se tient habituellement entre 1200^{m} et 2500^{m}. A l'ouest de Carmona, elle se divise en deux bandes, séparées par un promontoire de Calcaire carbonifère; mais, tandis que la ramification principale, celle du sud, se prolonge très loin vers l'ouest, celle du nord s'écrase bientôt entre le Carbonifère et l'Eocrétacé.

Au nord de la bande triasique, il n'y a guère, jusqu'à la côte, que des terrains crétacés. Le Barrémien et l'Aptien dominent, le plus souvent sous la forme de calcaires à Rudistes, avec intercalation de bancs marneux à Orbitolines. Localement, le calcaire à Rudistes est transformé en *dolomie,* presque toujours métallifère : et c'est dans cet étage qu'ont été trouvés les grands gîtes de calamine et de blende (Reocin, Udias, Comillas, La Florida, Cajo, etc.). Les étages supérieurs, qui couvrent une superficie beaucoup moindre, appartiennent surtout au Cénomanien et au Turonien.

Ce Crétacé forme *une série de plis superposés.* Dans cette série, une *lame* de Trias apparaît, près de Cabezon-de-la-Sal et, près de Treceño, la lame en question contient une lentille, très puissante, de Jurassique supérieur. Une autre lame triasique, très réduite, affleure sur la route d'Udias à Comillas. Les couches plongent généralement vers le nord, comme si l'on avait affaire à une série de plis isoclinaux déversés vers l'Espagne; mais, quand on observe de plus près, on voit que la série est *ondulée,* et que les couches, presque toujours peu inclinées, plongent tantôt au nord, tantôt au sud.

Ces plis, dans leur déversement, ont donc, en maint endroit, dépassé l'horizontale. Ce sont, par conséquent, *des nappes :* et la simple observation de la plongée ne suffit plus pour indiquer si les *racines* sont au sud ou au nord.

Les phénomènes d'étirement sont intenses. C'est ainsi que le Jurassique, très puissant aux environs de Cabuerniga et de Reinosa, manque ici presque partout, ou bien est réduit à l'état de lentilles peu épaisses. C'est encore ainsi que, au sud de Reocin, tout l'étage qui comprend le gîte métallique de Mercadal, et qui est une partie du Barrémien, s'écrase, à l'est comme à l'ouest, entre le Trias et l'étage de Reocin. La forme lenticulaire du massif carbonifère de Las Caldas, au sud de Torrelavega ; le fait que, sur son bord sud, le calcaire paléozoïque confine à l'Eocrétacé; l'écrasement rapide du Trias, au nord-ouest de Carmona, entre l'Eocrétacé et le Carbonifère; cent autres faits, jusqu'ici bizarres et inexplicables, se comprennent maintenant d'eux-mêmes.

Toute la province de Santander est un pays de nappes. La formation de ces nappes est postérieure au Nummulitique, puisque, à San-Vicente-de-la-Barquera, le calcaire nummulitique est engagé dans la série de plis. Cette structure se prolonge, bien entendu, dans les Asturies. Le bassin crétacé d'Oviedo, où M. Ch. Barrois signalait, dès 1879, d'étranges anomalies de

structure, n'est qu'une *ondulation synclinale* de la série empilée; et le grand massif paléozoïque qui prolonge, au sud d'Oviedo, la chaîne des Pics d'Europe, m'apparaît, d'ores et déjà, comme une *carapace*, cachant des nappes plus profondes.

GÉOLOGIE. — *Sur les dépôts carbonifères et permiens de la feuille de Vico (Corse) et leurs rapport avec les éruptions orthophysiques et rhyolitiques.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

M. Nentien a signalé, il y a quelques années [1], entre les golfes de Porto et de Calvi, sur la côte occidentale de Corse, quelques lambeaux de terrains sédimentaires dont il rapporta une partie au Carboniférien, se basant pour cette attribution sur la présence d'empreintes végétales (*Sigillaria, Lepidodendron, Sphenopteris, Nevropteris*). Cette opinion a été corroborée récemment par l'intéressante découverte, faite par M. Maury [2], d'un exemplaire de *Productus semireticulatus* à Galeria dans les dépôts de même âge.

J'ai eu cette année l'occasion de reprendre cette étude en établissant les contours géologiques sur la feuille de Vico et j'ai pu étudier avec précision, notamment à Osani, la succession des divers niveaux. De plus, j'ai retrouvé en de nombreux points des lambeaux carbonifères, non plus au voisinage de la côte, mais dans l'intérieur et dans une position permettant de déterminer avec certitude l'âge des éruptions rhyolitiques du massif de la Paglia Orba et du Cinto. Ces lambeaux, distribués principalement près de Serriera, au col d'Astenica au pied du Capo al Cielo, près du col de Vergiola et dans la vallée de Lonca, au pied même des hauts sommets de la chaîne centrale, sont formés de schistes identiques à ceux d'Osani et contiennent également de minces lits charbonneux inutilisables, étant donné leur peu d'étendue.

---

(1) Nentien, *Étude sur la constitution géologique de la Corse* (*Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique de France*). Imprimerie nationale; p. 91. — *Étude sur les gîtes minéraux de la Corse* (*Annales des Mines*, 9e série, t. XII, 1897, p. 231).

(2) E. Maury, *B. S. G. F. Comptes rendus des collaborateurs pour* 1904 (*Feuille de Vico*, p. 155).

L'existence de ces lambeaux est d'un grand intérêt, car outre qu'elle nous indique une extension considérable vers l'Est des dépôt carbonifères, nous trouvons ici un point de repère précieux pour déterminer l'âge des grandes coulées rhyolitiques qui recouvrent en nappes épaisses la région qui nous occupe.

Le Carboniférien d'Osani débute par des schistes noirs charbonneux avec lentilles calcaires très clairsemées. Il y a une seule couche de houille d'une épaisseur de 1^m à $1^m,60$, parois moindre, et, à la partie supérieure, des schistes. Le tout est recoupé par des filons de rhyolithes (porphyres) et d'orthophyres. Dans sa partie supérieure, les couches deviennent tufacées et passent à des formations identiques aux tufs orthophyriques du Massif Central et du Morvan, tandis qu'elles alternent avec des *coulées d'orthophyres* (*trachytes anciens*) qui deviennent de plus en plus puissantes à mesure que l'on approche du sommet de l'étage.

La partie supérieure est recouverte par des rhyolites faisant partie d'une puissante coulée provenant de la région du Paglia Orba et qui ont recouvert toutes les autres formations. Enfin sur les rhyolithes s'élève, dans la presqu'île du Sennino, une puissante masse de conglomérats formés de galets de porphyre (rhyolites), d'orthophyre et de tufs carbonifères avec des schistes et des grès bariolés, rappelant absolument le *verrucano* alpin et que, d'accord avec M. Maury, nous n'hésitons pas à placer dans le Permien.

La succession des faits dans l'histoire des éruptions de la fin du Paléozoïque en Corse nous paraît dès lors avoir été la suivante : pendant le Carboniférien ont eu lieu de puissantes éruptions donnant naissance à d'importantes coulées *trachytiques* (*orthophyres*), alternant avec des couches tufacées (*tufs orthophyriques*). Il faut remarquer, du reste, que ce type de roches éruptives n'est pas limité à la région d'Osani et que, loin d'être exceptionnel en Corse comme l'admet M. Nentien, il est au contraire très répandu, notamment sur la feuille de Vico, où j'en ai relevé des filons très frais et très nombreux. Il existe même, quoique peu représenté, sur la feuille d'Ajaccio.

Pendant le Permien eurent lieu, sur l'emplacement du Cinto et du Paglia Orba, de formidables éruptions donnant naissance à des coulées qui recouvrirent toute la partie centrale de la feuille de Vico sur une longueur de 35^{km} et une largeur de 20^{km}. La puissance de ces coulées de *rhyolites* (porphyres pétrosiliceux des auteurs) atteint en certains points une épaisseur de 700^m à 800^m et, comme nous le montrerons dans un travail plus détaillé, leurs principaux points d'émission se trouvaient sur l'emplacement et dans le voisinage actuel de la Paglia Orba, qui dut former pendant cette période un centre éruptif extrêmement actif (1). Les *labradorites* et *andésites*

(1) Les variétés de ces roches sont très nombreuses et leur étude pétrographique fera l'objet d'une étude spéciale.

anciennes (*porphyrites labradoriques* et *andésitiques*), si abondantes dans toute la partie occidentale de la Corse, sont nettement postérieures aux épanchements rhyolitiques qu'elles recoupent en beaucoup de points avec la plus grande évidence.

PALÉONTOLOGIE. — *Le gisement de Vertébrés fossiles de Maragha.* Note de M. DE MECQUENEM, présentée par M. Albert Gaudry.

M. de Morgan, Délégué général du Ministre de l'Instruction publique en Perse, ne s'est pas contenté de faire les belles découvertes archéologiques que l'on connaît; il s'est également préoccupé de rechercher des documents pour l'avancement des sciences naturelles; c'est ainsi qu'il m'a chargé d'étudier le gisement de Vertébrés fossiles de Maragha, dans la province d'Azerbeidjan.

J'ai passé une partie de 1904 à explorer ce gisement; j'ai dressé une Carte géographique et géologique de la région.

Grâce à la bienveillance des autorités persanes, au bon renom de la Délégation dans le pays, j'ai pu faire une ample récolte d'ossements, occupant 140 caisses qui ont été expédiées au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Le laboratoire de Paléontologie, dirigé par M. Boule, m'aide, avec beaucoup de talent et d'activité, à la préparation des fossiles; ce difficile travail prendra fin dans quelques mois; mais, dès maintenant, on peut se rendre compte des nombreuses espèces représentées.

Je citerai : une tortue et un oiseau de la famille des Ratités; des carnivores tels que la *Hyæna eximia* et l'*Ictitherium hipparionum* dont je possède de beaux crânes; l'*Ictitherium robustum*, un *Hyænarctos*, un *Felis* et le *Machairodus orientalis;* de nombreuses espèces d'antilopes, parmi lesquelles la *Gazella brevicornis*, le *Tragoceros amaltheus*, le *Palæoreas Lindermayeri;* puis l'*Urmiatherium Polaki*, l'*Helladotherium Duvernoyi*, une girafe, le *Sus erymanthius*, l'*Hipparion gracile*, un *Macrotherium*, l'*Acerotherium Persiæ*, le *Rhinoceros Morgani*, le *Mastodon Pentelici* et le *Mesopithecus Pentelici*.

Les espèces de Maragha sont, en général, voisines de celles de Pikermi et de Samos, cependant je demanderai à l'Académie la permission de lui présenter l'*Urmiatherium Polaki* et le *Rhinoceros Morgani*, qui sont jusqu'ici spéciaux à cette faune.

L'*Urmiatherium Polaki*, de la famille des Sivathéridés, était connu par un

fragment décrit par le Dr Rodler, mais si incomplet que MM. Forsyth Major et Schlosser avaient pensé le réunir au *Criotherium argalioides*. L'arrière-crâne et les premières vertèbres que je possède déjà montrent qu'il s'agit d'un animal très différent et tout à fait étonnant par la disposition de ses cornes. Les chevilles osseuses sont étroitement soudées sur la plus grande partie de leur hauteur; leur base occupe les pariétaux et la majeure portion des frontaux; elles forment une masse considérable qui devait supporter des cornes gigantesques.

Le Rhinocéros que je propose d'inscrire sous le nom de *Rhinoceros Morgani*, en l'honneur du délégué général en Perse, nous apparaît comme le plus puissant des Rhinocéros connus. Il est représenté par un crâne entier, qui mesure 85^{cm} de l'extrémité nasale aux condyles occipitaux, 50^{cm} de largeur à hauteur des jugaux. La protubérance et la force des nasaux indiquent nettement une grosse corne nasale, alors que la dentition se rapprocherait de celle de l'*Acerotherium Persiæ* ou *Schlosseri*, par le détachement du tubercule interne du premier lobe. Outre les plis particuliers de l'émail, la dentition se signale par la grande longueur de l'avant-dernière arrière-molaire, qui a 72^{mm} tandis que la première arrière-molaire a seulement 44^{mm}.

Cette collection va compléter nos connaissances de la faune terrestre de l'âge de Pikermi. Je m'occupe actuellement, sous la direction de M. Albert Gaudry et de M. Marcellin Boule, du travail important de l'identification et de la description des fossiles de Maragha.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures de l'intensité du champ électrique terrestre et de l'ionisation de l'atmosphère pendant l'éclipse totale de Soleil du* 30 *août* 1905. Note de M. **G. Le Cadet**, présentée par M. Lœwy.

Ces mesures ont été faites, au moyen d'un appareil transportable d'Exner et d'un appareil à aspirateur de Gerdien, au-dessus du sol plan d'un vaste jardin potager (*huerta*) dépendant d'un domaine particulier qui s'étend au pied et à l'est de la colline de l'observatoire de l'Èbre, à Tortosa-Roquetas (Espagne).

1° *Champ électrique*. — Le collecteur était constitué par une petite lampe à acétylène (marque D. R. G. M.) [1] parfaitement isolée à $2^{m},50$ au-dessus

[1] La flamme de cette lampe a résisté à tous les coups de vent qui éteignaient la lampe à pétrole d'Elster et Geitel, préalablement essayée.

du sol et à 30^m environ de la coupole de l'équatorial de la mission. Il était relié, par un fil fin de 5^m de longueur, à l'électroscope gradué, à bouchon d'ambre, qui était abrité (en même temps que l'appareil de Gerdien) sous une toile tendue entre quatre piquets de 2^m de hauteur.

Une série de mesures préalables m'a montré que les valeurs en volts par mètre (V/m), représentatives de l'intensité du champ, étaient obtenues avec le coefficient 0,5 appliqué aux lectures en volts faites dans ces conditions.

J'ai fait 98 lectures de 11^h30^m du matin à 4^h30^m du soir (T. M. de Tortosa). Le résultat de ces mesures se résume ainsi :

Oscillations, parfois assez brusques, du champ (entre 110 V/m et 160 V/m) de 11^h50^m à 12^h27^m; affaiblissement avec faibles oscillations jusqu'à un premier minimum (92 V/m) à 12^h43^m; accroissement assez rapide jusqu'à 140 V/m à 12^h48^m, puis oscillations autour de 120 V/m jusqu'à 13^h26^m; affaiblissement assez rapide avec oscillations jusqu'au *minimum minimorum* (66 V/m) à 13^h33^m,5 (*soit* 12 *minutes après la fin de la totalité*). Relèvement graduel assez rapide jusqu'à 150 V/m à 13^h49^m, puis oscillations autour de 120 V/m jusqu'à 14^h53^m, avec minimum (88 V/m) à 14^h3^m. De 14^h55^m à 15^h10^m, valeurs supérieures à 150 V/m, puis affaiblissement et oscillations entre 100 V/m et 130 V/m jusqu'à 16^h35^m : interruption des mesures.

Ainsi, pendant toute la durée de l'éclipse, le champ a été très variable avec une valeur moyenne d'environ + 115 V/m. Cinq minutes après le troisième contact il s'est rapidement affaibli, et le *minimum absolu* (+ 66 V/m) s'est produit *douze minutes après la totalité*. Le champ s'est alors graduellement relevé jusqu'à un maximum brusque de + 150 V/m, d'ailleurs atteint à d'autres moments.

2° *Ionisation*. — L'appareil de Gerdien dont je me suis servi n'a pas été complètement étalonné sur le lieu d'observation. Mais les résultats, soigneusement recueillis dans un état d'isolement parfait de l'instrument, restent comparables entre eux pendant toute la durée des 6 séries de mesures faites, de 11^h15^m à 14^h58^m, avec des charges positives et négatives alternativement ([1]). Ces résultats sont les suivants :

([1]) M. l'Ingénieur D. Juan Legarra m'a prêté, dans la manipulation assujétissante de l'appareil, un concours gracieux et dévoué dont je le remercie bien vivement.

T. M. Tortosa.	Coefficients de conductibilité. − $\varepsilon(n_n v_n)\times 10^4$.	Coefficients de conductibilité. + $\varepsilon(n_p v_p)\times 10^4$.	Ionisation en U. E. par mètre cube. − εn_n.	Ionisation en U. E. par mètre cube. + εn_p.	Vitesse spécifique moyenne, dans un champ de 1 V. par centimètre, des ions. −	Vitesse spécifique moyenne, dans un champ de 1 V. par centimètre, des ions. +
11h15m-11h46m	0,461		0,625		0cm,25	
11.49-12.20 Com^t écl.		0,685		0,597		0cm,38
12.24-12.55	0,321		0,545		0,20	
13. 4-13.35 Totalité.		0,399		0,617		0,22
13.46-14.17	0,338		0,474		0,24	
14.27-14.58 Fin.		0,399		0,623		0,21

D'après ces données, convenablement combinées, on trouve que la conductibilité électrolytique de l'air, dans la couche atmosphérique voisine du sol, a rapidement diminué du commencement au milieu de l'éclipse, et qu'elle ne s'est que très légèrement accrue pendant la seconde moitié du phénomène. Ce résultat s'est présenté surtout comme une conséquence de la diminution de la mobilité moyenne des ions positifs et négatifs.

D'ailleurs, la proportion d'ions positifs s'est notablement accrue du commencement à la fin de l'éclipse. Mais la diminution de la quantité d'ions négatifs a été telle que l'ionisation totale paraît s'être un peu affaiblie jusqu'à une demi-heure environ après la totalité.

Outre la diminution de la mobilité des ions, qui est attribuable à l'accroissement de l'humidité relative pendant l'éclipse, on trouve donc une diminution de l'ionisation totale qui peut se rapporter à l'affaiblissement et à l'absence du rayonnement solaire. Dans cette hypothèse, l'accroissement continu de la *proportion* d'ions positifs ne s'explique, en corrélation avec la variation observée du champ, que par la considération du sens relatif des courants de conduction et de convection et par une influence perturbatrice prédominante.

La considération de l'état du ciel est importante à cet égard, mais elle ne lève pas l'incertitude des conclusions.

Les valeurs trouvées pour la mobilité indiquent d'ailleurs qu'il existait, dans la couche explorée, une notable proportion de gros ions de faible mobilité (Langevin) dont la plupart même ont dû échapper à la mesure.

3° *État du ciel.* — Le ciel était très beau le matin. Mais, dès 11h, on remarquait à l'horizon SW un centre de radiations nuageuses. De ce point une couche grise de *strato-cumulus* s'est graduellement élevée et étendue.

Dès midi, des *fracto-cumulus,* détachés de la masse, s'élevaient dans le vertical du Soleil.

A 12^h45^m, ces *fracto-cumulus* étaient devenus plus compacts et formaient une large bande, aux bords diffusément irisés, sous laquelle le Soleil, alors plus d'aux trois quarts éclipsé, disparaissait définitivement vers 13^h8^m. Cette bande de nuages persista, en s'allongeant jusqu'au delà du zénith, pendant toute la totalité et jusqu'à 13^h25^m. A ce moment la couche nuageuse, en voie de dislocation, laisse apercevoir le Soleil à l'état de mince croissant.

Les nuages se dissipent graduellement au zénith et ne subsistent plus, à 14^h, qu'à l'état de *fracto-cumulus* et d'*alto-cumulus,* épars dans la région sud du ciel.

Le vent, modéré des régions NW, a parfois soufflé en rafales.

Les singularités les plus remarquables de la variation du champ (minimum absolu 12 minutes après la totalité, suivi d'un maximum) se sont donc produites en même temps que la dispersion de la couche nuageuse au zénith. Or on sait qu'on peut admettre que cette couche nuageuse a retenu, en se formant, un excès d'ions négatifs qui s'est dissipé avec elle. Son influence suffit à rendre compte du phénomène observé et masque toute action directe supposée du rayonnement solaire.

A 3 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 DÉCEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HISTOIRE NATURELLE. — *Contribution à l'étude de la répartition des mouches tsétsé dans l'Ouest africain français et dans l'État indépendant du Congo.* Note de M. **A. Laveran.**

Dans des Notes antérieures je me suis occupé des trypanosomiases et des tsétsé de l'Ouest africain français ([1]); depuis lors j'ai reçu un grand nombre d'échantillons de tsétsé et d'autres mouches piquantes provenant des mêmes régions ou de l'État indépendant du Congo; je suis donc en mesure de compléter, sur quelques points, les premiers renseignements que j'avais pu réunir.

I. Sénégal. 1° *Mouches provenant de Sengaleam* (*à* 10^{km} *environ de Rufisque*). — 6 fois sur 6 il s'agit de *Glossina palpalis*.

2° *Mouches capturées en Casamance au mois de décembre* 1904. — 50 mouches qui toutes sont des *Glossina;* je compte : 22 *Gl. palpalis* et 22 *Gl. tachinoides*.

3° *Marigot de Bayla*. — 31 Diptères dont 30 *Glossina* et 1 *Tabanus*. La plupart des *Glossina* sont des *Gl. palpalis,* il y a aussi quelques *Gl. tachinoides*.

4° *Poste de Bignona*. — 46 Diptères dont 41 *Glossina* et 5 *Tabanus*. Les *Glossina* appartiennent aux espèces *Gl. palpalis* et *Gl. tachinoides;* cette dernière espèce domine.

5° *Carabane*. — Sur 20 Diptères je compte : 18 *Glossina* (*Gl. palpalis,* 6, et *Gl. tachinoides,* 12) et 2 *Tabanus*.

6° *Dubreka*. — Sur 4 Diptères il y a : 3 *Glossina palpalis* et 1 *Tabanus*.

Ces mouches ont été recueillies par MM. les Drs Thézé et Touin et elles m'ont été

([1]) A. Laveran, *Comptes rendus,* séances des 31 octobre 1904 et 9 janvier 1905.

remises par M. le Dr Kermorgant, inspecteur du Service de santé des troupes coloniales.

La maladie du sommeil est assez commune dans certaines parties du Sénégal et une trypanosomiase règne sur les Equidés au Fouta-Djalon.

II. Guinée française. — Dans mes Notes antérieures j'ai signalé l'existence de *Glossina* dans les localités ou régions suivantes :

Gl. palpalis. Environs de Conakry, Kissosso, Boffa (Rio-Pongo), bas Rio-Nunez (pays Baga), Boké, Kolenté, Benty, Medina-Kouta, Touba et Toumanéa.

Gl. morsitans. Environs de Conakry, Bagatay, Dinguiray, Medina-Kouta, Telimélé.

Gl. tachinoides. Bas Rio-Nunez (pays Baga), Boké.

Gl. longipalpis. Environs de Conakry, Bas Rio-Nunez.

Gl. fusca. Bas Rio-Nunez, Boké.

Les nouveaux échantillons que j'ai reçus ont été classés comme il suit :

1° *District de Koba* (*Cercle du Rio-Pongo*). — 22 *Glossina* dont 11 *Gl. palpalis*, 10 *Gl. morsitans* et 1 *Gl. fusca;* Tabanides de plusieurs espèces.

2° *Medina-Kouta*. — Sur 30 Diptères je compte 28 *Glossina morsitans*.

3° *Touba*. — Sur 36 Diptères je note : 6 gros *Tabanus* et 30 *Glossina* qui pour la plupart sont des *Gl. morsitans;* quelques-unes de ces mouches sont en trop mauvais état pour être déterminées exactement.

4° *Kissosso*. — Sur 17 Diptères il y a 7 *Glossina* qui toutes sont des *Gl. palpalis*.

5° *Thia et Dominghia* (*Rio-Pongo*). — Parmi les Diptères provenant de ces localités je note : 1 *Gl. palpalis*, 1 *Gl. morsitans* et 2 *Tabanus*.

6° *La Kouaté*. — 12 Diptères. Il s'agit, dans tous les cas, de *Glossina* (*Gl. palpalis* et *Gl. morsitans*).

Cette abondance des tsétsé dans la Guinée française est en rapport avec la fréquence des trypanosomiases; la trypanosomiase humaine sévit dans la Haute-Guinée et les trypanosomiases animales sont communes dans presque toute l'étendue de la région, elles s'attaquent surtout aux Equidés.

III. Sénégambie-Niger. Chari. — J'ai signalé déjà l'existence, au Soudan français, de *Glossina tachinoides* sur les rives du Bani et des Tabanides suivants : *T. ditæniatus* Macquart, *T. biguttatus* var. de Wiedemann, *T. tæniola* et, au Chari, l'existence de *Gl. tachinoides*.

M. Cazalbou, vétérinaire militaire, m'a adressé, en 1905, des échantillons de *Tabanus* recueillis à Ourandia. M. E.-E. Austen du British Museum a bien voulu me faire connaître qu'il s'agissait de *T. dorsivitta* Walker et de *T. unimaculatus* Macquart. Des *Stomoxys* provenant de Ténenkou, de Maetaké, de Toguéré-Koumbé n'ont pas pu être déterminés à cause du mauvais état des spécimens.

M. Cazalbou m'a fait récemment un nouvel envoi qu'accompagnait une lettre datée de Ségou le 29 septembre 1905. Il s'agissait cette fois de tsétsé (plusieurs centaines) qui avaient été capturées à Garo, sur des indigènes ou sur M. Cazalbou lui-même; toutes ces tsétsé étaient des *Gl. palpalis*.

La maladie du sommeil est heureusement inconnue ou très rare dans cette région. Par contre, les trypanosomiases animales y sont très communes et font de grands ravages, en particulier dans le Macina, sur les rives du Bani (gros affluent de la rive

droite du Niger) et dans le Baleri [1]. La mieux connue de ces trypanosomiases qui est désignée par les indigènes sous le nom de Mbori n'est autre que le Surra.

IV. Congo français. — M. le capitaine Fourneau, en mission au Congo français, m'a envoyé cette année des tsétsé recueillies par lui dans le village de N'Dongo et dans la région de Baoué. Une des mouches de Baoué appartenait à l'espèce *Gl. longipalpis*; dans tous les autres cas, il s'agissait de *Gl. palpalis*. Il résulte des renseignements qui m'ont été donnés par M. Fourneau que la maladie du sommeil est très commune dans les localités d'où provenaient ces mouches.

J'ai reçu d'autres échantillons de Diptères capturés sur les rives du Komo (affluent du Gabon); il s'agissait de *Gl. palpalis* et de *Tabanus* qui n'ont pas encore été déterminés (envoi du Dr Martin, janvier 1905).

V. État indépendant du Congo. — De nombreux échantillons de mouches tsétsé m'ont été adressés depuis 2 ans par le secrétaire des finances de l'État indépendant du Congo et par le président du Comité du Katanga.

1° *District de Stanley-Pool* (*régions riveraines du Congo et du Kasai*). — Les *Glossina* abondent dans ces régions. Les échantillons que j'ai reçus provenaient de Swata, de Kwamouth, de Bokala, de Yumbi, de Mushie, de Gongolo sur l'Inkisi; il s'agissait, dans tous les cas, de *Gl. palpalis*.

2° *Nouvelle Anvers* (*District des Bangala; sur le Congo*). — Parmi les Diptères provenant de la Nouvelle-Anvers, je note : 17 *Glossina*, qui toutes sont des *Gl. palpalis* et des tabanides de plusieurs espèces. Les tsétsé sont très communes dans cette région, où elles portent le nom d'*étuna*; elles s'attaquent surtout à l'homme et suivent les pirogues pendant des heures entières; elles abondent dans les villages indigènes.

3° *District de l'Ubangi*. — Parmi les Diptères provenant de ce district j'ai trouvé des *Hæmatopota* et des *Glossina* appartenant aux deux espèces : *Gl. palpalis* et *Gl. fusca*. La première de ces espèces abonde sur la rive gauche de l'Ubangi entre Imese et Banzyville et aussi sur les rives de la Lua. *Gl. fusca*, plus rare, se trouve dans les parties marécageuses de la forêt.

4° *Ile Namoto, en aval de Basoko* (*district de l'Aruwimi*). — 22 Diptères capturés au mois d'avril 1905. Il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. palpalis*.

5° *Yassaka sur le Congo* (*district de l'Aruwimi*). — Sur 21 Diptères, il y a 18 *Gl. palpalis* et 3 *Tabanus*.

6° *Lokandu* (*sur le Haut-Congo, dans le Manyema*). — 19 tsétsé qui toutes appartiennent à l'espèce *Gl. palpalis*.

7° *Kasongo* (*sur le Haut-Congo dans le Manyema*). — J'ai reçu de cette localité une centaine de mouches qui étaient toutes des *Gl. palpalis*.

8° *Haut Ituri*. — Diptères capturés sur la route Beni-Irumu (près de la frontière orientale de l'État indépendant par 1° de lat. N environ). Sur 21 Diptères, je compte : 18 *Glossina*; il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. fusca*.

9° *Lubéfu* (*district du Lualaba*). — 11 Diptères en mauvais état; il s'agit de tsétsé

---

[1] A. Laveran, *Acad. de Médecine*, 26 avril 1904; Cazalbou, *Soc. de Biologie*, 1er avril 1905.

dans tous les cas; sur deux des mouches j'ai constaté les caractères principaux de *Gl. palpalis:* il est probable que les autres mouches appartenaient à la même espèce.

10° *Route Mpweto-Kiambi.* — Mouches capturées au mois d'août 1903. Une vingtaine de *Glossina* appartenant aux espèces *Gl. morsitans* et *Gl. longipalpis.*

11° *Lufonzo (affluent de la Luvua).* — Mouches capturées le 8 février 1905. 15 mouches qui pour la plupart sont des *Gl. palpalis;* plusieurs spécimens sont en trop mauvais état pour être déterminés exactement.

12° *Mupungia (près de Mpweto).* — Parmi les Diptères provenant de cette localité je note : 18 *Glossina* et 2 *Tabanus.* Les *Glossina* sont en mauvais état; celles qui peuvent être déterminées sont des *Gl. palpalis.*

13° *Katanga.* — Sous ce nom on désigne le territoire compris au-dessous de 9° de lat. S entre la Lualaba et les frontières méridionales et orientales de l'État indépendant du Congo.

Lukafu. — Mouches capturées au mois de juillet 1903 : 39 tsétsé qui appartiennent aux espèces : *Gl. morsitans* et *Gl. longipalpis.*

Rive occidentale du lac Moero. — Mouches capturées au mois de juin 1904 : 7 mouches qui sont toutes des *Gl. palpalis.*

L'abondance des tsétsé au Congo est bien en rapport avec la fréquence des trypanosomiases; la maladie du sommeil sévit avec une redoutable intensité dans les districts du Bas-Congo; les trypanosomiases animales font de grands ravages dans les districts de Stanley-Pool (1), des Bangala et au Katanga. En 1901, le capitaine Lemaire avait émis l'opinion que les tsétsé existant au Congo n'étaient pas à redouter pour l'élevage du bétail (2); des faits nombreux sont venus malheureusement démontrer le contraire. Au Katanga, les tsétsé constituent l'obstacle le plus sérieux au développement agricole et par suite à la colonisation (3), aussi l'étude de ces mouches et des mesures à prendre pour les éloigner ou les détruire présente-t-elle dans cette région un intérêt de premier ordre.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des quadriques.* Note de M. C. GUICHARD.

1. Considérons la quadrique dont l'équation est

$$x_1^2(1+p^2)+x_2^2(1+q^2)+x_3^2=1. \tag{1}$$

Soit $M(x_1, x_2, x_3)$ un point qui décrit un réseau de cette quadrique;

---

(1) BRODEN, *Bulletin de la Société d'études coloniales.* Bruxelles, février 1904.

(2) LEMAIRE, *Bulletin de la Société de Géographie commerciale de Paris,* 1901, nos 6 à 9.

(3) BROHEZ, *La mouche tsétsé et la colonisation du Katanga.* Bruxelles, 1905. La maladie du sommeil n'a pas été signalée au Katanga.

posons

(2) $$z_1 = px_1, \qquad z_2 = qx_2;$$

on aura

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + z_1^2 + z_2^2 = 1.$$

Par conséquent le point $M_1(x_1, x_2, x_3, z_1, z_2)$ décrit dans l'espace à cinq dimensions un réseau O, ce qui revient à dire que M est un réseau 3O, les deux coordonnées complémentaires étant z_1 et z_2.

2. *Tout réseau parallèle au réseau* M *possède la même propriété.* — Soit en effet $M'(X_1, X_2, X_3)$ un point qui décrit un réseau parallèle au réseau M. On aura

(3) $$\begin{cases} \dfrac{\partial X_i}{\partial u} = H \dfrac{\partial x_i}{\partial u} \\ \dfrac{\partial X_i}{\partial v} = L \dfrac{\partial x_i}{\partial v} \end{cases} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

Posons

(4) $$\begin{cases} \dfrac{\partial Z_i}{\partial u} = H \dfrac{\partial z_i}{\partial u} \\ \dfrac{\partial Z_i}{\partial v} = L \dfrac{\partial z_i}{\partial v} \end{cases} \qquad (i = 1, 2).$$

On peut, en choisissant convenablement la constante d'intégration, supposer

(5) $$Z_1 = pX_1, \qquad Z_2 = qX_2.$$

Le point $M'_1(X_1, X_2, X_3, Z_1, Z_2)$ décrit un réseau O; donc le point M' décrit un réseau 3O, les coordonnées complémentaires étant Z_1 et Z_3.

3. Réciproquement, tout réseau possédant la propriété indiquée au paragraphe précédent est parallèle à un réseau de la quadrique (1). En effet, soit $M'(X_1, X_2, X_3)$ un réseau 3O dont les coordonnées complémentaires sont

$$Z_1 = pX_1, \qquad Z_2 = qX_2.$$

Si l'on pose

(6) $$X'_1 = \sqrt{1+p^2}\, X_1, \qquad X'_2 = \sqrt{1+q^2}\, X_2, \qquad X'_3 = X_3;$$

le point $H(X'_1, X'_2, X'_3)$ décrit un réseau O. Soient α_1, α_2, α_3 les cosinus directeurs de la normale à la surface H. On aura

(7) $$\frac{\partial \alpha_i}{\partial u} = h \frac{\partial X'_i}{\partial u}, \qquad \frac{\partial \alpha_i}{\partial v} = l \frac{\partial X'_i}{\partial v} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

Si l'on pose

$$(8)\qquad x_1 = \frac{\alpha_1}{\sqrt{1+p^2}}, \qquad x_2 = \frac{\alpha_2}{\sqrt{1+q^2}}, \qquad x_3 = \alpha_3,$$

on aura

$$(9)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial x_i}{\partial u} = h\dfrac{\partial X_i}{\partial u}, \qquad \dfrac{\partial x_i}{\partial v} = l\dfrac{\partial X_i}{\partial v}, \\ x_1^2(1+p^2) + x_2^2(1+q^2) + x_3^2 = 1. \end{cases}$$

Le point $M(x_1, x_2, x_3)$ décrit sur la quadrique un réseau parallèle au réseau M'.

4. Supposons maintenant que le réseau M' soit un réseau C; il en sera de même du réseau M. Si l'on connaît un réseau $N'(Y_1, Y_2, Y_3)$ applicable sur M', on pourra, à l'aide de quadratures, en déduire un réseau N applicable sur M, c'est-à-dire une déformée de la quadrique. Posons en effet

$$(10)\qquad \frac{\partial y_i}{\partial u} = h\frac{\partial Y_i}{\partial u}, \qquad \frac{\partial y_i}{\partial v} = l\frac{\partial Y_i}{\partial v},$$

où les fonctions h et l sont les mêmes que celles qui figurent dans les formules (9); les points $N(y_1, y_2, y_3)$ et $M(x_1, x_2, x_3)$ décriront des réseaux applicables.

En résumé, on voit que la déformation de la quadrique (1) revient à trouver des réseaux $M'(X_1, X_2, X_3)$ qui sont C et 3O, les coordonnées complémentaires qui rendent le réseau 3O étant

$$Z_1 = pX_1, \qquad Z_2 = qX_2.$$

Si l'on connaît seulement le réseau M', il faudra résoudre une équation de Riccati pour trouver le réseau N'. Si l'on connaît les réseaux M' et N', on en déduit, par quadratures, une déformée de la quadrique.

5. *Transformation du problème.* — Soit $M(x_1, x_2, x_3)$ un réseau de la quadrique applicable sur un réseau $N(y_1, y_2, y_3)$, si l'on pose

$$(11)\qquad y_4 = px_1, \qquad y_5 = qx_2.$$

Le point $P(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5)$ décrit, dans l'espace à cinq dimensions, un réseau O. Parmi les réseaux qui sont parallèles au réseau P, il y en a ∞^1, tels que la somme des carrés des coordonnées soit nulle. On détermine ces réseaux par la résolution d'une équation de Riccati; si l'un de ces réseaux est connu, on détermine tous les autres à l'aide d'une quadrature.

Soit $P'(Y_1, Y_2, Y_3, Y_4, Y_5)$ l'un de ces réseaux, on aura des équations de la forme

$$(12) \qquad \frac{\partial Y_i}{\partial u} = A\frac{\partial y_i}{\partial u}, \qquad \frac{\partial Y_i}{\partial v} = B\frac{\partial y_i}{\partial v} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 5).$$

Posons

$$(13) \qquad \frac{\partial X_i}{\partial u} = A\frac{\partial x_i}{\partial u}, \qquad \frac{\partial X_i}{\partial v} = B\frac{\partial x_i}{\partial v} \qquad (i = 1, 2, 3).$$

On aura

$$(14) \qquad \left\{ \begin{array}{c} \sum_1^5 Y_i^2 = 0, \\ dY_1^2 + dY_2^2 + dY_3^2 = dX_1^2 + dX_2^2 + dX_3^2, \\ Y_4 = pX_1, \qquad Y_5 = qX_2. \end{array} \right.$$

Introduisons les fonctions X_4 et X_5 qui sont définies par les équations

$$(15) \qquad \left\{ \begin{array}{l} X_4 = \frac{i}{2}\left(\sum_1^3 X_k^2 - \sum_1^3 Y_k^2 + 1\right) \\ X_5 = \frac{1}{2}\left(\sum_1^3 X_k^2 - \sum_1^3 Y_k^2 - 1\right) \end{array} \right. \qquad (k = 1, 2, 3).$$

Toutes les fonctions X et Y satisfont à une même équation de Laplace de la forme

$$(16) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = P\frac{\partial \theta}{\partial u} + Q\frac{\partial \theta}{\partial v}.$$

Des formules (14) et (15) on déduit

$$(17) \qquad \left\{ \begin{array}{l} \sum_1^3 Y_k^2 = \sum_1^5 X_k^2, \\ \sum_1^3 dY_k^2 = \sum_1^5 dX_k^2. \end{array} \right.$$

Menons par l'origine une droite G qui a pour paramètres directeurs Y_1, Y_2, Y_3; et la droite H, dans l'espace à cinq dimensions, qui a pour paramètres $X_1, \ldots, X_5$; ces droites décrivent des congruences applicables (*voir* mon Mémoire *Sur les systèmes cycliques et orthogonaux*, 2[e] Partie, § 23). La

congruence G est K, elle est de plus 2O, les coordonnées complémentaires étant Y_4 et Y_5.

Prenons sur ces droites les points $N(y'_1, y'_2, y'_3)$ et $M(x'_1, x'_2, x'_3, x'_4, x'_5)$ qui ont pour coordonnées

$$(18) \qquad y'_k = \frac{Y_k}{\theta}, \qquad x'_k = \frac{X_k}{\theta}.$$

Ces points décrivent des réseaux applicables, ces réseaux sont 3O, les coordonnées complémentaires étant

$$\frac{Y_4}{\theta} = p x'_1 \qquad \text{et} \qquad \frac{Y_5}{\theta} = q x'_2.$$

Cela posé, si l'on prend pour θ une combinaison linéaire et isotrope de X_3, X_4, X_5 on pourra réduire les trois coordonnées x'_3, x'_4, x_5 à une seule z. On a donc deux réseaux applicables : $N(y'_1, y'_2, y'_3)$ et $M(x'_1, x'_2, z)$ qui sont 3O, les coordonnées complémentaires étant

$$y'_4 = p x'_1, \qquad y'_5 = q x'_2.$$

On pourra donc en déduire (§ 4) par quadratures une déformée de la quadrique (1).

Comme il y a ∞^1 combinaisons linéaires isotropes de X_3, X_4, X_5 on déduit, du couple de droites G et H, ∞^1 déformées de la quadrique.

Remarque. — Le point $Q(y'_1, y'_2, y'_3, y'_4, y'_5)$ décrit un réseau O dans l'espace à cinq dimensions ; la somme des carrés des coordonnées de Q est nulle, on pourra donc par une quadrature déterminer tous les réseaux Q', parallèles à Q et possédant la même propriété. Chacun de ces réseaux Q' nous fournit un couple de droites analogues aux droites G et H, ce qui permet de déterminer de nouvelles déformées de la quadrique. On voit que l'on peut continuer indéfiniment l'opération en effectuant seulement des quadratures.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du VIe Congrès international de Chimie**, qui se réunira à Rome le 18 avril 1906 sous le haut patronage de S. M. le Roi d'Italie, prie l'Académie de vouloir bien se faire représenter à ce Congrès.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le procès-verbal du Congrès de l'*Association internationale pour l'étude des régions polaires,* tenu à Mons en septembre 1905 et un *Projet d'une exploration systématique des régions polaires,* par M. Henryk Arctowski, publié sous les auspices de l'Association.

2° *Les progrès de l'aviation depuis* 1891 *par le vol plané,* par F. Ferber. (Présenté par M. Deslandres.)

ASTRONOMIE. — *Sur la loi de Bode et les inclinaisons des équateurs planétaires sur l'écliptique.* Note de M. **E. Belot**, présentée par M. H. Poincaré.

Soit XOY le plan de l'écliptique, OX étant dirigé vers $\mathfrak{L} = 90°$, OY vers $\mathfrak{L} = 0$, OZ perpendiculaire à OY et parallèle à la direction de l'apex qui fait avec l'axe de l'écliptique un angle $i = 30°$.

Hypothèse générale. — Un tube tourbillon B de matière gazeuse, de rayon a, tournant dans le sens direct autour de OZ, ayant une vitesse de translation W suivant OZ, son plan de rotation, parallèle à XOY, rencontre par son plan de tête B, situé sur OZ′, un nuage A de matière cosmique. En un point M le tourbillon donne à la matière A une vitesse de translation V parallèle à OZ et une rotation ω qui l'épanouit en nappes concentriques à OZ. Cherchons le profil de ces nappes dans le plan ZOX

$$\text{(1)} \qquad V = \frac{dz}{dx}\frac{dx}{dt}.$$

La propriété caractérisant le tourbillon est que toute molécule située à la surface du tube ($x = a$) y reste indéfiniment : $\frac{dx}{dt}$ devant s'annuler pour $x = a$ pourra, en général, se mettre sous la forme

$$\text{(2)} \qquad \frac{dx}{dt} = (x - a)\varphi,$$

φ étant une fonction que $\frac{d^2x}{dt^2}$ peut définir; par suite

$$\text{(3)} \qquad \frac{dz}{dx} = \frac{V}{\varphi}\frac{1}{x - a}.$$

Supposons que l'épanouissement des nappes soit caractérisé par la constance du

rapport $\frac{V}{\varphi}$, (3) donne alors

$$Z = \frac{V}{\varphi} L(x - a) + C. \tag{4}$$

Un tube tourbillon soumis à un choc vibre comme une tige élastique et il s'y forme des ventres et des nœuds.

Soient $Z_1, \ldots, Z_n$ les plans de ces ventres, parallèles à XOY et équidistants à partir de XOY dans la direction OZ'. A un ventre le rayon du tourbillon devient $a + \varepsilon$ et la matière A subit le maximum de compression : c'est donc aux ventres que se détacheront successivement de B les nappes concentriques planétaires. On a évidemment :

$$Z_n = n Z_1;$$

d'où, en combinant avec (4), puisqu'on peut toujours prendre $C = 0$,

$$L(x_n - a) = n L(x_1 - a). \tag{5}$$

Cette formule suppose (et cela est facile à démontrer) que les tourbillons planétaires, en montant successivement dans le nuage A, sont arrivés dans le plan XOY avec une vitesse commune $W_1 < W$.

Appliquons la formule (5) au système solaire; elle devient, en exprimant les distances x en rayons de l'orbite terrestre :

$$x_n = 0,28 = \frac{1}{214,45} \overline{1,883}^n. \tag{6}$$

Distances calculées (6).	Distances observées.	Planètes.
$x_1 = 0,00878 + 0,28 = 0,2888$	»	»
$x_2 = 0,0165 + 0,28 = 0,2915$	»	»
$x_3 = 0,0311 + 0,28 = 0,3065$	»	»
$x_4 = 0,0586 + 0,28 = 0,3386$	»	»
$x_5 = 0,1104 + 0,28 = 0,3904$	0,3870	Mercure
$x_6 = 0,2078 + 0,28 = 0,4878$	»	»
$x_7 = 0,3914 + 0,28 = 0,6714$	0,7233	Vénus
$x_8 = 0,7370 + 0,28 = 1,017$	1	Terre
$x_9 = 1,388 + 0,28 = 1,668$	1,5236	Mars
$x_{10} = 2,613 + 0,28 = 2,893$	2,803	512 p. p. (moyenne)
$x_{11} = 4,921 + 0,28 = 5,201$	5,2028	Jupiter
$x_{12} = 9,266 + 0,28 = 9,546$	9,5388	Saturne
$x_{13} = 17,448 + 0,28 = 17,728$	(19,18)	Uranus
$x_{14} = 32,853 + 0,28 = 33,133$	(30,05)	Neptune

Il est évident que la formule (6) ne peut pas s'appliquer à la région rétrograde. Les zones d'astéroïdes x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 expliquent la lumière zodiacale. Tisserand et Leverrier ont supposé l'existence d'astéroïdes

(zones x_1, x_2, x_3, x_4) au-dessous de Mercure, M. Newcomb entre Mercure et Vénus (zone x_5) pour expliquer des inégalités du mouvement de Vénus. La zone $x_4 = 0,3386$ coïncide avec la distance périhélie de la comète d'Encke (0,341) et peut ainsi, suivant M. Backlund, expliquer son accélération variable.

Inclinaisons β des équateurs planétaires sur l'écliptique. — Dans le plan ZOX les profils (4) coupent OX suivant des angles α qui seront les compléments des angles β si la vitesse V_0 du nuage A est perpendiculaire à ZOX : si, en outre, V_0 est dirigée vers OY, la vitesse tangentielle ωx d'un tourbillon est directement opposée à V_0 et tend à former sur OX des noyaux planétaires ayant pour axes les tangentes aux profils (4) :

$$\tag{7} \tan\alpha = \cot\beta = \frac{V\cos i}{\varphi(x-a) - V\sin i}$$

où nous ferons $\cos i = \frac{\sqrt{3}}{2}$, $\sin i = \frac{1}{2}$, $a = 0,28$. La constante $\frac{V}{\varphi}$ se déterminera par la condition que le dénominateur s'annule pour $x_1 = 4,8$ et la formule (7) donnera le Tableau suivant :

Planètes.	Distances x.	β calculé.	β réel actuel.
Saturne	9,5388	30°.41′	28° ′
Jupiter	5,2028	3. 1	2
150 petites planètes les plus rapprochées	2,4284	16.51	16.40
Mars	1,5236	23.11	27.28
Terre	1	26.25	23.27

Pour Uranus, l'extrapolation de la formule (7) au delà de la zone x_{13} donne $\beta = 108°$ au lieu de 98° et la position de son axe s'explique aussi par l'existence d'un tore-tourbillon au delà de la zone x_{13}.

J'ai cherché si les petites planètes ne présentaient pas une inclinaison générale sur l'écliptique analogue à l'inclinaison β, et témoignant de l'inclinaison des nappes qui leur ont donné naissance. Si l'on porte la distance de chaque petite planète sur un rayon vecteur faisant avec OX l'angle i d'inclinaison de son orbite, on voit que les 150 petites planètes les plus rapprochées du Soleil forment un groupement limité du côté du Soleil par une sorte de mur incliné dont la pente générale observée est de 16°40′.

La formule (7) donne pour la distance moyenne de ces 150 petites planètes (2,4284) une inclinaison générale de 16°51′.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclat intrinsèque de la couronne solaire pendant l'éclipse du* 30 *août* 1905. Note de M. **Charles Fabry**, présentée par M. Deslandres.

Le photomètre dont je me suis servi pour mesurer l'éclat intrinsèque de la couronne solaire a été organisé en modifiant un photomètre Mascart.

La lampe à essence qui, dans cet appareil, éclaire une des moitiés de l'écran photométrique, a été remplacée par une lampe électrique Auer, munie d'une cuve à liquide bleu, comme dans mon photomètre totalisateur (*voir* ma Note précédente, page 870). Dans l'autre moitié du photomètre, on avait supprimé l'écran qui, d'ordinaire, reçoit l'éclairement à mesurer, ainsi que la lentille à diaphragme qui en projette l'image. On avait, à la place, installé un objectif de $1^m,20$ de foyer qui projetait sur la seconde moitié de l'écran photométrique une image du Soleil; il était muni d'une série de diaphragmes, rapidement interchangeables. L'appareil était disposé à poste fixe, horizontal, et la lumière lui était envoyée par un héliostat muni d'un prisme à réflexion totale; l'orientation du faisceau réfléchi avait été choisie de telle manière qu'au moment de l'éclipse la lumière tombe, sur la face d'entrée du prisme, sous une incidence sensiblement normale; son pouvoir réflecteur est ainsi parfaitement défini.

Les deux plages de l'écran photométrique sont limitées au moyen d'un écran en papier d'étain placé sur le verre dépoli. Sur la moitié de gauche, qui reçoit l'image solaire, la moitié inférieure seule est découverte, et dans la moitié supérieure on a fait une petite ouverture circulaire. Un peu avant le commencement de la totalité, on a amené le bord supérieur de l'image solaire à être tangent au bord supérieur de l'écran. Pendant la totalité, on verra donc seulement une petite partie de la couronne à travers l'ouverture ronde percée dans l'écran. Le diamètre de cette partie visible soustend un angle de 1'5 et son centre se trouve à 5' du bord du Soleil, sensiblement sur l'équateur solaire. Dans l'autre moitié du champ, qui reçoit l'éclairement artificiel, on a laissé découverte seulement une petite ouverture, de même diamètre que celle à travers laquelle on voit la couronne. L'observation consiste à égaler les éclairements de ces deux petites ouvertures, dont les aspects sont parfaitement identiques, en agissant soit sur le diaphragme de l'objectif, soit sur le bouton qui commande la largeur de la lentille de projection du côté de l'éclairement artificiel.

La tare de l'appareil est faite au laboratoire, en recommençant l'expérience sur un astre artificiel, dont l'éclat intrinsèque est directement obtenu par la mesure de l'éclairement qu'il produit et de son diamètre

apparent; dans cette seconde mesure, l'objectif a le même diaphragme que dans la première, et la lumière lui parvient par réflexion sur le même prisme.

Résultats. — Définissons d'abord l'unité photométrique employée.

Soit une surface plane, uniformément lumineuse; son éclat intrinsèque s'exprimera par le nombre de bougies que donne chaque unité de surface, et, comme le mètre est l'unité de longueur ordinairement employée en photométrie, l'éclat intrinsèque s'exprimera en bougies par mètre carré. L'éclat intrinsèque est d'ailleurs indépendant de la distance à laquelle la surface lumineuse est placée de l'observateur. Si cette surface sous-tend un angle solide Ω (mesuré en unités géométriques, c'est-à-dire par la surface interceptée sur une sphère de rayon 1), et si l'éclat intrinsèque est de i bougies par mètre carré, cette source de lumière produira un éclairement

$$E = \Omega i \text{ lux}, \tag{1}$$

équation qui peut s'écrire

$$i = \frac{E}{\Omega}, \tag{2}$$

et cette équation peut servir de définition à l'éclat intrinsèque i au moyen de la surface apparente de la source et de l'éclairement qu'elle produit, quantités directement mesurables, même si la surface lumineuse n'est pas accessible. La même définition s'applique à l'éclat intrinsèque d'un objet lumineux quelconque, en particulier d'un astre, et cet éclat, calculé par l'équation (2), sera exprimé en bougies par mètre carré si E est exprimé en lux et Ω en unités géométriques.

J'ai trouvé que l'éclat intrinsèque de la couronne solaire à 5′ du bord du Soleil, et dans la direction de l'équateur, était de 720 bougies par mètre carré.

L'éclat intrinsèque moyen de la pleine Lune est de 2600 bougies par mètre carré. Celui de la couronne, au point qui vient d'être indiqué, était donc 0,28 de l'éclat intrinsèque moyen de la surface lunaire.

M. Turner a étudié très complètement, par une méthode photographique, l'éclat intrinsèque des diverses régions de la couronne pendant l'éclipse de 1893 [1]. La formule empirique par laquelle il représente ses résultats donne, pour la distance 5′ du bord solaire, un éclat intrinsèque égal à 0,25 de celui de la Lune, résultat parfaitement concordant avec le mien.

La mesure de l'éclat intrinsèque de la couronne peut avoir de l'intérêt pour la solution du problème, si difficile, de l'observation de la couronne

---

(1) *Proceedings of the Royal Society*, vol. LXVI, p. 403.

en dehors des éclipses; il est intéressant, pour cela, d'être renseigné sur le rapport entre l'éclat intrinsèque de la couronne et celui du ciel circumsolaire en dehors des éclipses. Si l'on rapproche le résultat qui précède de ce que l'on sait sur la répartition de la lumière dans la couronne, on arrive à cette conclusion que l'éclat intrinsèque de la couronne, dans les parties les plus voisines du disque, ne doit pas dépasser de beaucoup (si même il l'atteint) l'éclat moyen de la Lune. Quant à l'éclat intrinsèque du ciel au voisinage du disque solaire, il est sans doute très variable avec les conditions atmosphériques et le lieu d'observation; on a cependant quelques mesures qui ne sont pas très discordantes (1); elles indiquent un éclat intrinsèque de l'ordre de $\frac{1}{300}$ de l'éclat moyen du Soleil, soit environ 2000 fois celui de la Lune. Il est donc probable que les parties les plus brillantes de la couronne sont environ 2000 fois moins brillantes que le ciel sur lequel elles se projettent; ce chiffre suffit à montrer l'extrême difficulté de l'observation de la couronne en dehors des éclipses.

Certaines stations exceptionnelles (grandes altitudes, climats très secs) permettraient probablement d'aborder le problème dans des conditions moins décourageantes; des mesures de l'éclat intrinsèque du ciel circumsolaire dans diverses conditions permettraient, probablement mieux que de vagues indications sur le climat et l'aspect du ciel, de se faire une idée sur les avantages que peut présenter l'utilisation des diverses stations.

Je désire, en terminant, exprimer tous mes remercîments à M. Deslandres, qui, en m'invitant à me joindre à la mission qu'il dirigeait, m'a permis d'observer la dernière éclipse dans des conditions à la fois utiles et agréables.

MÉCANIQUE. — *Inertie des électrons.* Note de M. **Marcel Brillouin**, présentée par M. H. Poincaré.

1. M. Max Abraham a été conduit à définir, dans son beau Mémoire sur la dynamique de l'électron, deux coefficients d'inertie, qu'il a appelés *masse longitudinale* et *masse transversale*. J'ai montré dans mes Leçons du Collège de France, en avril dernier, qu'un électron de forme quelconque, non sphérique, possède 5 coefficients d'inertie distincts, définis très simplement au moyen du potentiel électrocinétique de l'électron.

(1) Voir Mascart, *Traité d'Optique*, t. III, p. 262.

2. Je fixe d'abord les notations :

Soient x, y, z les coordonnées d'un point déterminé P de l'espace; u_t, v_t, w_t la vitesse de ce point à l'époque t; $\mathbf{x}$, $\mathbf{y}$, $\mathbf{z}$ les coordonnées variables d'un point mobile M dont la charge électrique est $\mathbf{e}$; $\mathbf{u}_\tau$, $\mathbf{v}_\tau$, $\mathbf{w}_\tau$ la vitesse de ce point à l'époque τ; r_τ la distance de ce point M dans sa position à l'époque τ, jusqu'au point P dans sa position à l'époque t; R_τ la distance définie par l'équation

$$(1) \qquad R_\tau = r_\tau - \frac{\mathbf{u}_\tau(x-\mathbf{x}_\tau) + \mathbf{v}_\tau(y-\mathbf{y}_\tau) + \mathbf{w}_\tau(z-\mathbf{z}_\tau)}{\Omega},$$

la différence des temps t, τ satisfaisant à l'équation

$$(2) \qquad \Omega(t-\tau) = r_\tau,$$

où Ω désigne la vitesse de la lumière.

On sait que la force électrique exercée à l'époque t, par la charge mobile $\mathbf{e}$, sur une autre charge e également mobile et qui passe au point M à l'époque t, s'obtient au moyen de la fonction L, analogue à celle de Lagrange, définie par l'équation

$$(3) \qquad L = \mathbf{e}\,\frac{\mathbf{u}_\tau u_t + \mathbf{v}_\tau v_t + \mathbf{w}_\tau w_t - \Omega^2}{R_\tau}$$

et que la composante suivant Ox est

$$(4) \qquad X_t = e\left(\frac{d}{dt}\frac{\partial L}{\partial u_t} - \frac{\partial L}{\partial x}\right).$$

La dérivation par rapport au temps exige quelque attention, parce qu'il faut tenir compte des relations (1) et (2), en laissant x, y, z constants. De même, dans la dérivation par rapport à x, y ou z, il faut laisser t constant, ce qui entraîne des variations de τ.

3. Ces équations peuvent servir à déterminer les propriétés dynamiques d'un électron en mouvement; elles résument toutes les réactions que le champ électromagnétique créé par le mouvement d'une partie de l'électron exerce sur une autre; ces actions internes à l'électron ne sont pas égales et directement opposées; elles ont donc une résultante et un couple résultant en général. Ce sont cette résultante et ce couple résultant qui caractérisent dynamiquement l'électron.

Lorsque le mouvement de l'électron n'est ni très rapide, ni très rapidement variable, on peut rapporter les forces à une même époque t, en développant par rapport à $t-\tau$, et éliminant ensuite $t-\tau$. On obtient ainsi des expressions des forces qui contiennent les vitesses et les accélera-

tions des divers ordres de l'un des points à une époque déterminée, avec des coefficients purement géométriques. Lorsque, pendant le plus long des intervalles $t-\tau$ définis par les équations (1) et (2), pour deux points quelconques de l'électron, aucune des accélérations n'atteint des valeurs trop grandes, ce qui n'exclut guère que les arrêts brusques sur un parcours comparable aux dimensions de l'électron, on dit que le mouvement est *quasi-stationnaire*, suivant la dénomination de M. Max Abraham.

4. Soit U la vitesse du centre de l'électron à l'époque t, variable en grandeur et direction en fonction de t. Posons

$$L_0 = (U^2 - \Omega^2)\int\int \frac{\mathbf{e}e}{R_t}\,dx\,dy\,dz\,d\mathbf{x}\,d\mathbf{y}\,d\mathbf{z},$$

où e, $\mathbf{e}$ désignent les densités électriques de l'électron aux points xyz, $\mathbf{xyz}$, les intégrations étant étendues au domaine qu'occupe l'électron à l'époque t, avec

$$\Omega^2 R_t^2 = (\Omega^2 - U^2)[(x_t - \mathbf{x}_t)^2 + (y_t - \mathbf{y}_t)^2 + (z_t - \mathbf{z}_t)^2] + [(x_t - \mathbf{x}_t)\mathbf{u} + (y_t - \mathbf{y}_t)\mathbf{v} + (z_t - \mathbf{z}_t)\mathbf{w}]^2,$$

$$U^2 = u^2 + v^2 + w^2 = \mathbf{u}^2 + \mathbf{v}^2 + \mathbf{w}^2.$$

La résultante de ces actions électromagnétiques internes a trois composantes dont il suffit d'écrire l'une

$$X = -\frac{\partial u}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u^2} - \frac{\partial v}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u\,\partial v} - \frac{\partial w}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u\,\partial w}.$$

Il paraît y avoir six coefficients d'inertie pour un électron de forme quelconque.

Prenons l'axe des x parallèle à la direction de la vitesse actuelle

$$v = 0, \qquad w = 0,$$

et l'axe des y suivant la normale principale à la trajectoire

$$\frac{\partial w}{\partial t} = 0.$$

Il reste cinq coefficients d'inertie distincts :

$$X = -\frac{\partial u}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u^2} - \frac{\partial v}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u\,\partial v},$$

$$Y = -\frac{\partial u}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u\,\partial v} - \frac{\partial v}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial v^2},$$

$$Z = -\frac{\partial u}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u\,\partial w} - \frac{\partial v}{\partial t}\frac{\partial^2 L_0}{\partial u\,\partial w}.$$

On remarquera l'existence d'une composante Z suivant la normale au plan osculateur de la trajectoire due aux accélérations qui lui sont perpendiculaires et de termes analogues dans les deux autres composantes. Le développement des dérivées montre que ces termes ne sont pas nuls en général. Par suite de ces termes d'inertie *alternes*, non seulement la force extérieure qui entretient le mouvement n'a pas la direction de l'accélération, mais elle est même en général hors du plan osculateur à la trajectoire.

On montre facilement que ces termes inaccoutumés disparaissent lorsque l'électron a trois plans de symétrie rectangulaires et marche suivant l'un des axes de symétrie; pour que ces termes ne reparaissent pas il faut que l'électron tourne en progressant et conserve son axe tangent à la trajectoire.

Le terme d'inertie longitudinale a la forme générale indiquée par M. Max Abraham; le terme d'inertie transverse se ramène à la forme $\frac{1}{u}\frac{\partial L_0}{\partial u}$ indiquée par M. Max Abraham dans le cas particulier qu'il a étudié.

J'indiquerai plus tard l'expression de l'inertie de rotation et quelques remarques sur ce sujet.

PHYSIQUE. — *Sur certaines expériences relatives à l'ionisation de l'atmosphère, exécutées en Algérie à l'occasion de l'éclipse totale du* 30 *août* 1905. Note de M. **Charles Nordmann**, présentée par M. Lœwy.

Les recherches, exécutées à Philippeville au cours de la mission dont le Bureau des Longitudes a bien voulu me charger, ont porté principalement sur les variations des éléments magnétiques, sur le champ électrique de l'atmosphère et sur l'ionisation de l'air. Les premières seront décrites dès que le dépouillement des courbes sera achevé. Je me bornerai ici à indiquer succinctement quelques résultats des expériences relatives aux ions de l'atmosphère.

I. Les appareils ont été installés au sommet du Djebel Skikda, situé à Philippeville, à pic au bord de la mer et à 160^{m} environ au-dessus du niveau de celle-ci.

Le choix de cet emplacement a été dicté par ce fait que le vent y souffle sans cesse de la mer durant les heures du jour, et l'on a pensé de cette manière se mettre autant que possible à l'abri de l'effet direct des émanations radioactives du sol pendant la journée. De plus, le récipient dans lequel on recueillait les ions reposait sur une

plate-forme de plomb épais destinée à diminuer l'action directe du rayonnement radioactif du sol sur le volume d'air étudié.

Le récipient dans lequel on recueillait les ions était un cylindre en mailles métalliques espacées, recouvert sur toute sa surface extérieure d'une couche de papier résistant et mince, de manière à laisser entrer dans le cylindre, sans absorption notable, les radiations pénétrantes extérieures. Le cylindre renfermait environ 40^l d'air. Il constituait l'armature externe chargée d'un condensateur, sur l'armature interne duquel on recueillait les ions; celle-ci était constituée par une série de tiges minces rapprochées, parallèles aux génératrices du cylindre et alternant avec d'autres tiges reliées au grillage. On s'était proposé par ce dispositif, qui augmentait notablement pour une même charge du cylindre extérieur, le champ agissant sur les ions, de se mettre à l'abri de l'influence de l'humidité de l'air sur la mobilité des ions ordinaires, et de recueillir non seulement ceux-ci, mais les ions de faible mobilité dont M. Langevin a signalé l'importance récemment ([1]). Effectivement, par ce dispositif, on a obtenu constamment le courant de saturation, même pour les valeurs les plus élevées de l'état hygrométrique, avec un potentiel de l'armature externe égal à 400 volts.

L'air du cylindre se renouvelait peu à peu sous l'influence du vent qui règne sans cesse au sommet du Skikda, grâce à de petites ouvertures placées sur le pourtour du papier et qui permettaient ainsi à l'air intérieur de suivre les variations extérieures au point de vue hygrométrique et barométrique; la section de ces ouvertures était d'ailleurs telle que la proportion d'air renouvelé fût négligeable dans le temps nécessaire pour que tous les ions de faible mobilité passent des tiges de l'armature externe à celle de l'armature interne, et, dans ces conditions, on pouvait considérer à chaque instant, en première approximation, que l'on opérait sur un même volume d'air ([2]).

La teneur en ions de l'air ainsi étudié était enregistrée photographiquement d'une manière continue au moyen d'un électromètre Curie et de mon appareil à écoulement liquide ([3]), auquel on a apporté un léger perfectionnement, dont les limites de cette Note m'obligent à remettre la description.

II. On a opéré presque exclusivement sur les ions positifs. Des expériences comparatives faites à divers moments ont d'ailleurs montré que la teneur en ions négatifs est du même ordre de grandeur au lieu d'observation ([4]).

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 232.

([2]) L'air au voisinage des supports isolants de l'appareil était desséché avec SO^4H^2 et l'isolement, soumis à de fréquentes vérifications, s'est montré excellent dans ces conditions.

([3]) *Comptes rendus*, 13 février 1905.

([4]) On s'était proposé d'enregistrer simultanément les variations des ions des deux signes; malheureusement l'électromètre isolé à l'ambre destiné aux ions négatifs est arrivé complètement cassé et l'on a dû se limiter à l'étude continue des ions d'un seul signe.

L'enregistrement photographique a fonctionné régulièrement pendant trois semaines; je résumerai brièvement quelques-uns des premiers résultats se dégageant des courbes obtenues :

1° La teneur en ions positifs de l'air au lieu d'observation est relativement assez élevée et de l'ordre de 10^2 ions par centimètre cube.

2° Ce nombre est soumis à des variations souvent très grandes et très rapides comme le montre l'allure tourmentée des courbes, allure comparable à celle des variations du potentiel de l'air.

3° Les courbes obtenues la nuit, lorsque souffle le vent de terre, n'offrent aucune régularité apparente et correspondent à des valeurs de l'ionisation variant dans de fortes proportions.

4° Les courbes correspondant au jour et au vent de mer ont une régularité qui dépend beaucoup de la nébulosité et de la transparence de l'air; elles sont néanmoins toujours plus régulières que les courbes nocturnes.

5° Par beau temps, lorsque le vent est régulier, la nébulosité nulle et l'atmosphère transparente (ce qui est assez fréquent à Philippeville en été), elles paraissent mettre en évidence une variation diurne assez nette, de faible amplitude, et dont le maximum correspond au début de l'après-midi et les minima au voisinage du lever et du coucher du Soleil.

Il convient de rappeler à ce propos qu'Ebert a déjà observé, malgré des conditions climatologiques beaucoup plus irrégulières, que l'ionisation de l'air est d'autant plus grande que l'air est plus transparent et la radiation solaire plus intense (1).

III. L'éclipse du 30 août avait lieu de midi 40^m à $3^h 16^m$ (temps moyen local de Philippeville), la totalité se plaçant de $2^h 0^m$ à $2^h 3^m 30^s$. Toute la journée, et jusque vers 5^h du soir, le temps a été remarquablement beau et le vent n'a cessé de souffler de la mer.

La courbe donnée ce jour-là par l'ionographe présente dans la matinée et jusqu'au moment de l'éclipse l'allure ordinaire des beaux jours, c'est-à-dire une marche régulièrement ascendante. Or environ 45 minutes après le premier contact elle commence à indiquer une dépression progressive et importante dont le minimum très net se produit 40 minutes après la totalité, suivi bientôt d'une augmentation graduelle, de sorte que la courbe reprend son allure habituelle environ 20 minutes après le dernier contact.

(1) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 2e série, 1901, p. 97.

Le Tableau suivant donne une idée de l'amplitude et des phases du phénomène :

Phases de l'éclipse....		1er contact			Totalité			4e contact	
Heures (t. m. local)....	0^h0^m	0^h40^m	1^h15^m	1^h30^m	2^h0^m	2^h30^m	2^h45^m	3^h16^m	3^h30^m
Ordonnées de la courbe (échelle arbitraire)..	63	65	66	61	46	41	38	50	54

Il semble donc que l'éclipse ait eu à Philippeville une influence sensible sur la teneur en ions positifs de l'air atmosphérique, influence dont le sens concorderait avec l'hypothèse, conforme aux idées de Lenard, d'Elster et Geitel, que le rayonnement solaire est un des facteurs directs ou indirects de l'ionisation atmosphérique.

Le retard des phases du minimum de la courbe sur les phases astronomiques de l'éclipse est d'ailleurs d'accord avec ce que permettait de prévoir la théorie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le diagramme d'équilibre des alliages fer-carbone.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. H. Moissan.

La plupart des expériences effectuées sur la solidification des alliages fer-carbone, notamment celles de Roberts-Austen et Stansfield (qui ont servi de base à l'établissement du diagramme de Roozeboom), et celles plus récentes de MM. Carpenter et Keeling, ont été effectuées avec une vitesse de refroidissement relativement grande et, en tout cas, sensiblement constante dans les divers essais; elles ne permettent donc pas de tenir compte de ce fait important qu'un même alliage de fer et de carbone peut se présenter soit, lorsqu'il est refroidi rapidement, à l'état de fonte blanche, dans laquelle tout le carbone est à l'état dit *combiné;* soit, lorsqu'il est refroidi lentement, à l'état de fonte grise dans laquelle le carbone est au moins en partie à l'état de graphite libre.

Nous avons effectué de nombreuses expériences en vue de déterminer le mécanisme de cette solidification. Parmi les résultats observés, nous signalerons d'abord les suivants :

La séparation du graphite dans un alliage fer-carbone amené à l'état liquide et refroidi très lentement n'a pu être observée, lorsque les éléments tels que le silicium et le manganèse n'existaient qu'à l'état de traces, qu'autant que la teneur en carbone totale était supérieure à 2 pour 100.

Dans les alliages contenant de 2 à 4 pour 100 de carbone, au contraire, on peut facilement obtenir la séparation de graphite en se plaçant dans des conditions telles que le refroidissement soit extrêmement lent au moins jusqu'à la fin de la solidification.

Par exemple, une fonte à 2,90 pour 100 de carbone a été fondue dans un creuset; la moitié du métal a été coulée dans une lingotière métallique, l'autre moitié abandonnée au refroidissement dans le creuset; dans la première partie on ne trouve pas trace de graphite, dans la deuxième partie on trouve 2,21 pour 100 de graphite.

Si l'on recommence l'expérience, mais en plongeant le creuset dans l'eau dès que sa température est arrivée aux environs de 1100°, on trouve dans le produit ainsi préparé 0,95 pour 100 de graphite.

L'examen microscopique des produits ainsi obtenus semble indiquer que, dans tous les cas, il s'est séparé au commencement de la solidification des cristaux mixtes qui se sont développés graduellement jusqu'à ce que se produise la solidification d'un mélange eutectique formé, dans le cas de la fonte blanche, de cristaux mixtes et de cémentite; dans le cas de la fonte grise, de cristaux mixtes et de graphite. Si l'on refroidit brusquement les échantillons très peu après la fin de la solidification, on obtient des alliages ainsi constitués. Si, au contraire, on laisse le refroidissement se poursuivre régulièrement, il se produit de nouvelles modifications; les cristaux mixtes se dédoublent graduellement en laissant séparer, soit de la cémentite soit du graphite, et ceux qui subsistent encore à 700° se résolvent alors en perlite.

Le produit final varie donc avec la loi de refroidissement.

Dans le cas de la fonte grise et si le refroidissement a été suffisamment lent, on observe que les cristaux mixtes qui étaient au contact immédiat du graphite se sont complètement décarburés et ont donné naissance à de la ferrite.

En suivant le refroidissement d'un alliage fer-carbone préalablement fondu, on constate que la solidification commence à une température variable avec la teneur en carbone et se termine à une température voisine de 1150°.

Il ne nous a pas été possible de constater de différence pour les températures du commencement et de la fin de la solidification suivant que la solidification se produit en fonte grise ou en fonte blanche. On observe des températures un peu plus basses dans le cas du refroidissement rapide, mais il n'est pas possible de séparer l'influence de la vitesse et l'influence du mode de solidification, et l'on peut seulement conclure que cette dernière, si elle existe, est peu accentuée.

En suivant l'échauffement des fontes grises et blanches de même composition, on observe une absorption de chaleur très nette entre 1140° et 1160°, la différence entre les températures observées dans les deux cas est toujours très petite et du même ordre

de grandeur que les erreurs d'expériences, mais la moyenne des résultats indique cependant une valeur plus basse pour les fontes blanches que pour les fontes grises.

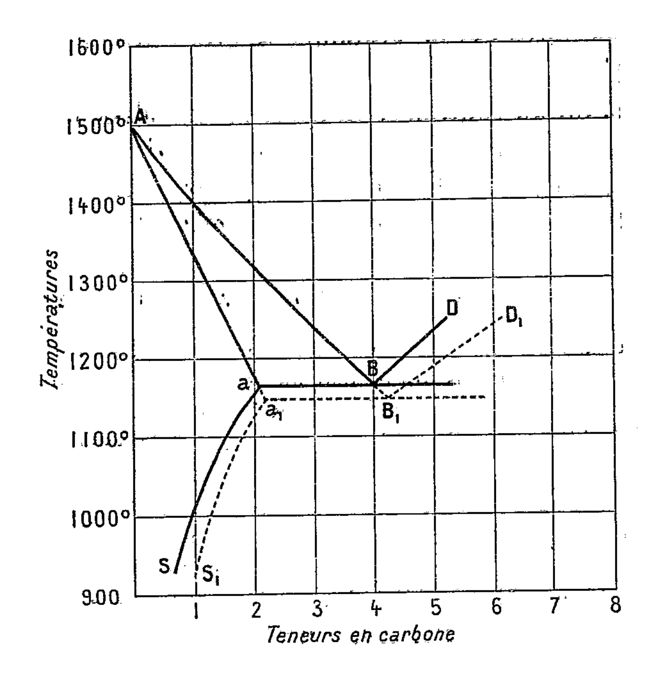
Nous sommes donc conduits à admettre :

1° Que la solidification du mélange eutectique, cémentite-cristaux mixtes, se produit vers 1150° et non vers 1050° comme on l'a admis le plus souvent jusqu'ici;

2° Que la solidification du mélange eutectique, graphite-cristaux mixtes, se produit à une température légèrement supérieure et qui ne doit différer de la précédente que de 10° à 15°;

3° Que, suivant les conditions du refroidissement et en particulier suivant la vitesse, on obtient la solidification de l'un ou de l'autre de ces mélanges eutectiques, mais non des deux successivement.

En rapprochant les observations résumées ci-dessus des différents essais publiés antérieurement, nous croyons pouvoir modifier le diagramme établi par M. Bakhuis-Roozeboom pour représenter les équilibres des systèmes fer-carbone conformément à la figure ci-dessous dans laquelle : ABB_1 correspond à la séparation de cristaux mixtes; BD, à la séparation de graphite; B_1D_1, à la séparation de cémentite; aB, à la solidification de l'eutectique graphite-cristaux mixtes; a_1B_1, à la solidification de l'eutectique cémentite-



cristaux mixtes; aS, à la séparation de graphite dans la solution solide et a_1S_1 à la séparation de cémentite dans la solution solide.

Le tracé en traits pleins correspondrait aux réactions qui se produisent quand le refroidissement est très lent, le tracé ponctué aux réactions qui se produisent quand le refroidissement est rapide.

Ce tracé n'est nullement donné comme définitif et n'a d'autre but que d'indiquer certaines modifications qui paraissent pouvoir être introduites dès maintenant dans les diagrammes établis précédemment.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du silicium sur l'aluminium pur; son action sur l'aluminium impur : silicoaluminures.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

On peut se demander dans quel état se trouve le silicium contenu dans les alliages d'aluminium silicifères et, en particulier, quelle est la nature de ce ciment métallique dans lequel cristallise le silicium obtenu en faisant agir l'aluminium en excès sur des substances siliciées : silice, fluorures doubles, etc. Est-ce encore de l'aluminium ou bien du siliciure d'aluminium? Wöhler (¹) le considère comme une combinaison définie des deux éléments; H. Sainte-Claire Deville (²) assigne au culot la formule $SiAl^2$ et Winckler (³) la composition Si^3Al^2. Nous admettons qu'il ne se forme pas de siliciure d'aluminium dans ces conditions, l'attaque d'un tel lingot par l'acide chlorhydrique ne donnant naissance qu'à du chlorure d'aluminium, de l'hydrogène et du silicium cristallisé. Il est évident que, s'il y existait du siliciure d'aluminium, le silicium de ce composé apparaîtrait, après attaque, soit combiné, soit libre et, dans ce dernier cas, sous l'aspect amorphe. Or, dans le gaz dégagé, nous n'avons pas constaté la présence de siliciure d'hydrogène; dans le liquide on trouve bien parfois un peu de silice, mais elle est due à une autre cause; nous la ferons connaître plus bas. Enfin, si le résidu solide renferme des particules de couleur marron, que l'on pourrait prendre pour du silicium amorphe, il est facile de se convaincre, en les examinant à l'aide du microscope, qu'elles présentent tous les caractères du silicium cristallisé.

(¹) Wöhler, *Annales de Poggendorff*, t. XCVII, 1856, p. 484.

(²) H. Sainte-Claire Deville, *Comptes rendus*, t. XLII, 1856, p. 50.

(³) Winckler, *Journal für praktische Chemie*, t. XCI, 1864, p. 193.

Tout autres sont les résultats que l'on obtient lorsque le silicium se trouve dans un alliage d'aluminium impur : leur combinaison peut avoir lieu, dans ce cas, et cela à la faveur de la présence d'un tiers élément contenu dans l'impureté et qui peut y provoquer la formation de composés que nous appellerons : *silicoaluminures*. Nous avons été amené à la découverte de ces nouveaux corps en cherchant à produire des siliciures cristallisés sans l'emploi du silicium libre. Nous chauffions donc, au four Perrot, comme s'il s'agissait de préparer du silicium cristallisé, du fluorure double de silicium et de potassium avec de l'aluminium, dans les proportions connues, avec cette variante que nous incorporions, dans le fluorure, une petite quantité de l'oxyde du métal à allier. Après réaction et refroidissement, le fond du creuset contenait le culot d'aluminium silicifère, présentant son aspect normal; mais, par des traitements alternés à l'acide chlorhydrique étendu et à la lessive de soude qui détruisaient l'aluminium et le silicium libres, nous tombions finalement sur un résidu qui n'était pas le siliciure cherché, mais bien un silicoaluminure. Nous avons obtenu, de cette façon, des silicoaluminures de fer, nickel, cobalt, chrome, manganèse, molybdène, tungstène, vanadium, uranium, titane, etc.; il n'y a guère que le plomb, l'étain, l'antimoine, le bismuth qui jusqu'ici ne nous aient pas fourni de tels composés.

Nous avons ensuite cherché différents *modes de préparation* : 1° nous chauffons ensemble les trois éléments, de façon à les amener à constituer un lingot fondu; nous opérons généralement au four à réverbère, dans un courant d'hydrogène; 2° nous réduisons en poudre les silicates, ou des mélanges de silice et d'oxydes, par la méthode aluminothermique, en expérimentant de façon que le culot fondu renferme toujours un excès d'aluminium; 3° nous faisons réagir l'aluminium sur le fluorure double de silicium et de potassium, mélangé avec des métaux, des oxydes, des sulfures, en expérimentant comme il est dit plus haut. Pour isoler le silicoaluminure nous préférons, dans certains cas, traiter l'alliage brut par une lessive étendue de soude, ce qui permet de le dépouiller ainsi de l'aluminium et du silicium simultanément, tout en évitant d'altérer ceux des silicoaluminures qui seraient attaquables par les acides étendus.

Les *propriétés générales* des silicoaluminures permettent de les ranger à côté des siliciures : comme ces derniers, ils présentent l'éclat métallique; ils sont généralement lourds, durs, cassants; leurs formes cristallines sont souvent très nettes. La fusion d'un certain nombre d'entre eux a pu être effectuée au four à réverbère, dans un courant d'hydrogène. Les acides étendus en attaquent quelques-uns avec formation de silice; mais la plupart de ceux étudiés jusqu'ici sont réfractaires à l'action de ces liquides, même concentrés. Il n'y a guère que l'acide fluorhydrique qui arrive à les détruire généralement. Enfin, tous ceux qui ont été préparés jusqu'à ce jour résistent à l'action des alcalis en solution.

Conclusions et remarques. — 1° Le silicium et l'aluminium, incapables de se combiner à l'état pur, pour former des *siliciures d'aluminium*, s'unissent souvent, à la faveur d'impuretés apportant un troisième métal, pour donner naissance à des *siliciures d'aluminium et du métal*, autrement dit *silicoaluminures*, corps définis et cristallisés; 2° la connaissance des cas de formation de ces composés amène à faire rejeter l'emploi de tout récipient

argileux toutes les fois qu'il s'agit de la préparation d'éléments susceptibles de former des silicoaluminures et fait comprendre pourquoi des métaux tels que le vanadium, l'uranium, le titane, etc. n'avaient pu être isolés à l'état de pureté.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le décahydronaphtol-α et l'octohydrure de naphtaline-A.* Note de M. **Henri Leroux**, présentée par M. A. Haller.

Le naphtol-β hydrogéné par la méthode de MM. Sabatier et Senderens a fourni, entre autres produits, le décahydronaphtol-β ([1]); en opérant dans les mêmes conditions avec le naphtol-α, j'ai pu obtenir assez facilement le décahydronaphtol-α; l'étude de ce composé et celle des dérivés qu'il fournit font l'objet de la présente Note.

I. Décahydronaphtol-α : $C^{10}H^{17} - OH$. — Par hydrogénation au-dessous de 200°, le naphtol-α donne un mélange de produits liquides qui, après plusieurs passages dans le tube à nickel, cristallise partiellement. Les cristaux essorés, soumis à des cristallisations répétées dans l'éther de pétrole ou dans l'acétone, fournissent le décahydronaphtol-α. Ce composé se présente en aiguilles incolores, très fines; il fond à 62°. Il est peu soluble dans l'eau, mais se dissout très facilement dans les dissolvants usuels. Il distille à la pression ordinaire à 230° sans se décomposer; il est très facilement entraîné par la vapeur d'eau; il passe à 109° sous 12^{mm}. Chauffé en présence d'un déshydratant, anhydride phosphorique, acide oxalique anhydre ou bisulfate de potassium fondu, il perd 1^{mol} d'eau en donnant un octohydrure de naphtaline.

L'éther acétique du décahydronaphtol-α $C^{10}H^{17}O - CO - CH^3$ s'obtient en maintenant à l'ébullition, pendant quelques heures, le décahydronaphtol-α en dissolution dans l'anhydride acétique. En précipitant par l'eau le produit de la réaction, l'éther acétique surnage. Après plusieurs lavages à l'eau alcaline, puis à l'eau pure, l'éther est séché, puis distillé. Il bout à 127° sous 18^{mm} et constitue un liquide incolore possédant une odeur de fruit assez agréable.

L'éther benzoïque du décahydronaphtol-α $C^{10}H^{17}O - CO - C^6H^5$ se forme quand on chauffe en tube scellé, à 175°, pendant 12 heures, un mélange de décahydronaphtol-α et d'anhydride benzoïque. Le produit solide obtenu est laissé en contact à froid pendant quelques jours avec une solution alcaline; l'éther benzoïque recueilli est

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 590.

purifié par des cristallisations dans l'alcool. Il se présente alors en lamelles cristallines, incolores, fusibles à 68°, très solubles dans l'éther, l'alcool et la benzine.

L'uréthane phénylique du décahydronaphtol-α $C^{10}H^{17} - O - CO - NH - C^6H^5$ se précipite quand, à une solution de décahydronaphtol-α dans l'éther de pétrole, on ajoute de l'isocyanate de phényle. Le précipité est purifié par des cristallisations répétées dans l'alcool. Cet uréthane se présente en fines aiguilles, fusibles à 110°.

II. *Octohydrure de naphtaline*-A $C^{10}H^{16}$. — Provisoirement, je désigne par la lettre A l'octohydrure de naphtaline formé par déshydratation du décahydronaphtol-α, par la lettre B l'octohydrure obtenu par déshydratation du décahydronaphtol-β.

L'octohydrure de naphtaline-A se prépare, comme je l'ai indiqué plus haut, en chauffant le décahydronaphtol-α avec l'anhydride phosphorique ou mieux encore avec le bisulfate de potassium fondu. On obtient alors un liquide distillant vers 195°-200° qui est un mélange d'octohydrure et de décahydronaphtol-α; on sépare le carbure en traitant la solution éthérée du mélange par le sodium. Le décahydronaphtol forme un dérivé sodé insoluble, que l'on enlève facilement; l'éther distillé laisse comme résidu le carbure pur. L'octohydrure de naphtaline-A constitue un liquide incolore, bouillant à 190°-191° à la pression ordinaire; sa densité est 0,931 à 0° et 0,914 à 17°. Son indice de réfraction pour la raie D est, à 17°, 1,4993, ce qui correspond à une réfraction moléculaire égale à 43,71; calculée, elle est 43,52.

Le dibromure d'octohydrure de naphtaline-A $C^{10}H^{16}Br^2$ s'obtient en ajoutant à une solution chloroformique de carbure, refroidie à 0°, la quantité théorique de brome. La bromuration s'effectue sans dégagement d'acide bromhydrique et le dérivé dibromé se précipite. Après des cristallisations dans le chloroforme, il se présente en petits prismes incolores, fusibles à 145°, sublimables dès 120°. J'ai indiqué précédemment que le dibromure d'octohydrure de naphtaline-B fondait à 85°.

Quoique les propriétés physiques de l'octohydrure de naphtaline-A soient très voisines de celles de l'octohydrure de naphtaline-B, les dérivés fournis par ces carbures sont différents.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le victorium et la phosphorence ultra-violette du gadolinium.* Note de M. G. Urbain, présentée par M. P. Curie.

Sir W. Crookes a montré, en 1881 (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 1281), qu'un grand nombre de substances, et en particulier celles qui renferment des terres rares, émettent de vives lumières sous l'influence des rayons cathodiques. Cette lumière se

résout au spectroscope en bandes lumineuses, parfois très étroites et aisément mesurables. Ces spectres peuvent caractériser divers éléments au même titre que des spectres d'absorption ou des spectres d'étincelle. Des spectres analogues ont été obtenus par M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. C, 1885, p. 1437) en faisant jaillir l'étincelle renversée sur certaines dissolutions.

Les spectres de phosphorescence cathodique sont d'une sensibilité très supérieure, dans la plupart des cas, à celle des spectres d'étincelle. Si l'on considère, d'autre part, l'extrême difficulté que présente la séparation des terres rares entre elles, on comprend aisément que le problème de l'attribution de ces spectres soit l'un des plus difficiles de la spectrochimie.

M. Lecoq de Boisbaudran (*Comptes rendus*, t. C, 1885, p. 1437 et t. CI, p. 552, 588; t. CII, p. 899 et t. CIII, 1886, p. 113, 627) a montré, contrairement à l'opinion soutenue par sir W. Crookes (*Comptes rendus*, t. C, 1885, p. 1380, 1495; t. CII, 1886, p. 506, 646, 1464), que l'yttria pure n'est pas phosphorescente et que la plupart des bandes de phosphorescence que l'on observe dans les yttrias soi-disant pures, de poids atomique voisin de 89, sont dues à des traces de terres de poids atomiques voisins de 160 qui ne se distinguent pas des terres fluorescentes qu'il a désignées par Z_α et Z_β.

J'ai observé un grand nombre de faits qui confirment pleinement l'opinion de M. Lecoq de Boisbaudran. J'ai obtenu récemment des yttrias qui ne présentent aucune trace de la bande citron ($\lambda = 574$ dans l'yttria impure). J'ai établi (*Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 521) que le spectre de phosphorescence que sir W. Crookes a attribué à un élément G_β, que M. Lecoq de Boisbaudran considère comme identique à sa terre fluorescente Z_β, doit être attribué au terbium, et j'ai attiré l'attention sur la sensibilité inouïe de cette réaction spectrale.

Il n'est donc pas douteux, et je l'ai vérifié dans un très grand nombre de cas, que la phosphorescence se manifeste principalement dans des mélanges où certains corps à l'état de traces agissent comme excitateurs et la plus grande masse de matière comme diluant.

En général, l'élément excitateur (tels que Mn, Sm, Eu, Tb, etc.) n'est pas ou est extrêmement peu phosphorescent à l'état pur; l'élément diluant (tel que Ca, Al, Gl, Y, etc.) est dans le même cas. La phosphorescence passe donc nécessairement par un optimum qui correspond toujours à de faibles teneurs de l'élément excitateur.

La phosphorescence, dans le cas qui nous occupe, est une propriété atomique, car les caractères spectraux de la phosphorescence varient d'ordinaire relativement peu avec la nature chimique du diluant et la nature chimique de la combinaison (oxydes, sulfates, etc.) dans laquelle le système phosphorescent est engagé.

Les éléments excitateurs ont, en général, des spectres d'absorption et les éléments diluants en sont généralement dépourvus, du moins dans la région du spectre où se manifeste la phosphorescence des éléments excitateurs. Tel est le cas du gadolinium.

La gadoline est blanche, sans spectre d'absorption visible. Les têtes de mes fractionnements (nitrates doubles de la série magnésienne) donnent la phosphorescence rouge caractéristique de l'europium (Z_ζ, S_δ), les queues donnent la phosphorescence verte due au terbium (Z_β, G_β). Les fractions centrales sont extrêmement peu phosphorescentes et les fractions 21 et 22 de mon fractionnement principal (1), qui sont les plus pures d'après l'étude des spectres d'étincelle, ne donnent pas de phosphorescence sensible dans la partie visible du spectre. La gadoline pure ne manifeste donc aucune phosphorescence visible. Mais sir W. Crookes, qui a étudié en détail plusieurs échantillons des terres que j'ai préparées, a trouvé que mon gadolinium présentait faiblement dans l'ultra-violet le spectre de phosphorescence qu'il considère comme caractéristique d'un élément nouveau auquel il a donné le nom de *victorium* (*Proc. Roy. Soc.*, t. LXV, 1899, p. 237). (Bande principale, $\lambda = 3118$.)

La faiblesse de ce spectre lui fit admettre que mon gadolinium renfermait comme impureté une trace de victorium.

Depuis cette époque j'ai observé dans toutes mes terres gadolinifères un spectre d'absorption ultra-violet (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1233) qui se comporte rigoureusement comme le spectre d'étincelle du gadolinium et doit être attribué à cet élément, qu'on le considère comme simple ou complexe.

Les expériences que j'ai faites récemment établissent qu'il en est de même du spectre ultra-violet de phosphorescence.

En admettant que le victorium se manifeste dans mon gadolinium comme une impureté minime, que l'excessive sensibilité de la phosphorescence peut seule mettre en évidence (sir W. Crookes, *Chem. News*, vol. XCI, n° 2359, p. 61) il fallait s'attendre à voir ce spectre s'affaiblir ou disparaître en diluant de petites quantités de gadoline pure dans une quantité considérable de chaux. C'est précisément l'inverse que j'ai observé et j'ai obtenu des épreuves photographiques de ces spectres où les bandes sont extrêmement intenses. De l'europium et du terbium souillés de faibles teneurs en gadolinium ont donné ce spectre beaucoup moins intense.

Il ne saurait donc être douteux que cette phosphorescence se comporte comme l'absorption et le spectre de lignes du gadolinium. La phosphores-

(1) La tête porte le n° 18, la queue le n° 39. Le poids atomique du Gd demeure constant d'un bout à l'autre du fractionnement (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 583).

cence du gadolinium dans la chaux subit un léger déplacement d'ensemble vers les grandes longueurs d'onde, les détails du spectre diffèrent sensiblement de ce que sir W. Crookes a obtenu directement avec les terres ou leurs sulfates sans addition de chaux; mais la physionomie des spectres est à ce point la même que leur identité d'origine ne saurait être douteuse.

Le spectre décrit ci-dessous a été obtenu de la façon suivante : la chaux et la gadoline dans le rapport

$$\frac{Gd^2O^3}{CaO} = \frac{2,8}{97,2}$$

ont été dissoutes ensemble dans HCl et précipitées ensemble par l'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque. Le précipité, après calcination, a été soumis aux rayons cathodiques. La pose dura 20 minutes :

	λ.	
	De 3190 à 3175	Bande faible extrêmement diffuse.
α.	3166	Commencement de la bande α.
α.	3158,5	Forte, assez étroite.
α.	3155,5	Moyenne, assez étroite.
α.	3153	Forte, assez étroite.
α.	3150,5	Faible, diffuse. Soudée à la précédente.
α.	3147	Forte, un peu nébuleuse.
α.	3144	Moyenne, nébuleuse.
α.	3140,5	Forte. Estompée vers les λ forts.
α.	3138	Faible, étroite.
α.	3136	Faible, étroite.
α.	3134	Assez forte. Estompée vers les λ faibles.
α.	3130	Fin de la bande α.
β.	3094	Moyenne, très nébuleuse.
β.	3088,5	Moyenne, nébuleuse.
β.	3085	Faible, très nébuleuse.
	2828,3	Faible, assez étroite.
	2789,5	Très faible, très diffuse.

Cette réaction se manifeste encore nettement en opérant dans les mêmes conditions avec de la chaux additionnée de $\frac{2}{10000}$ de gadoline (¹).

Sans doute, on peut toujours considérer un élément quelconque comme un groupe de corps. Mais en restant dans le domaine expérimental, toute substance qui est restée identique à elle-même, quelles que soient les ten-

(¹) Le mélange final en renfermait certainement beaucoup moins; le carbonate de Gd est un peu soluble dans le carbonate d'ammoniaque.

tatives faites pour la scinder en principes distincts, est un élément. Le gadolinium est dans ce cas.

Il semble donc bien que le spectre observé par sir W. Crookes ne caractérise aucun élément nouveau et que la substance qu'il a appelée *victorium* soit un complexe renfermant du gadolinium.

BOTANIQUE. — *Sur l'existence de laticifères à caoutchouc dans un genre de Ménispermacées :* Tinomiscium *Miers*. Note de M. **Jacques Maheu**, présentée par M. Guignard.

Différentes espèces de *Tinomiscium* (*T. petiolare* Miers, *T. javanicum* Miers, *T. phytocrinoïdes* Kurz) renferment dans leurs parenchymes des conduits remplis d'une substance élastique possédant tous les caractères du caoutchouc. Ce sont des tubes pouvant atteindre une longueur de 125^{μ} à 150^{μ}, sur un diamètre de 12^{μ} à 40^{μ}, disposés dans le sens de l'axe, où ils s'étendent parallèlement les uns aux autres en restant isolés ou en cheminant côte à côte.

Les parois minces, cellulosiques, n'offrent aucune différenciation spéciale et jamais, même dans les bourgeons ou les jeunes rameaux, nous n'avons rencontré de parois transversales séparant les volumineux noyaux. Nous sommes donc en présence de laticifères paraissant inarticulés.

Ces laticifères se mettent en contact les uns avec les autres, soit par leurs parois longitudinales, soit par leurs extrémités en biseau. Les membranes en contact s'amincissent et, comme elles n'offrent plus à la pression du latex qu'une faible résistance, elles se courbent dans la cavité de l'un des laticifères et finissent par se rompre. Les débris de la membrane rompue flottent dans la cavité cellulaire ou disparaissent complètement.

Le latex est opaque, granuleux; il est insoluble dans l'eau; l'alcool absolu n'en dissout qu'un faible partie constituée par des résines. Il se dissout complètement dans le chloroforme, le sulfure de carbone, le benzène, le xylène, le toluène. Il n'est pas complètement soluble dans l'éther comme la gutta.

Cette matière est résistante et élastique, à tel point que, si l'on brise une écorce, un rameau ou un limbe, les fragments restent unis par de nombreux filaments blancs et soyeux.

La localisation des laticifères est la suivante : dans la tige, ils se rencontrent autour des arcs scléreux péricycliques et à la périphérie de la moelle. Dans la feuille, le pétiole en est abondamment pourvu, surtout au niveau du renflement basilaire, où ils entourent complètement les faisceaux libéro-ligneux isolés et envahissent le collenchyme; ils pénètrent dans le limbe où quelques-uns subsistent dans la nervure centrale, tandis que d'autres longent les nervures secondaires ou forment entre ces der-

nières un véritable réseau de tubes ramifiés, appuyant leurs extrémités renflées contre les faisceaux. Ils deviennent encore plus nombreux dans le parenchyme des pétales, où ils sont accolés et se terminent en renflements ovoïdes.

En résumé, la majorité des espèces actuellement connues du genre *Tinomiscium* Miers nous ont montré dans leurs parenchymes des laticifères inarticulés, qui s'anastomosent par disparition des membranes transversales venues en contact et qui contiennent une forte proportion de caoutchouc. C'est la première fois que l'on signale la présence d'organes sécréteurs de cette nature dans la famille des Ménispermacées.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la* prulaurasine, *glucoside cyanhydrique cristallisé retiré des feuilles de Laurier-cerise*. Note de **M. H. Hérissey**, présentée par M. Guignard.

De nombreux auteurs se sont efforcés d'obtenir à l'état pur le principe générateur de l'acide cyanhydrique contenu dans les feuilles de Laurier-cerise; on peut citer, entre autres noms, ceux de Winckler (1), de Simon (2), de Lehmann (3), de Jouck (4). Tous les efforts des auteurs qui se sont occupés de ce sujet n'ont jamais abouti qu'à l'obtention de principes amorphes, de telle sorte que l'étude du ou des principes cyanhydriques du Laurier-cerise n'a pas conduit jusqu'ici à des résultats précis et à l'abri de toute controverse. Au cours de nouvelles recherches que j'ai entreprises sur cette question dans le Laboratoire de Pharmacie galénique de l'École supérieure de Pharmacie de Paris, j'ai pu extraire des feuilles de Laurier-cerise un glucoside cristallisé nouveau, générateur d'acide cyanhydrique, auquel j'ai donné le nom de *prulaurasine*. Je crois devoir dès maintenant publier les connaissances acquises sur ce principe, dont je me réserve de poursuivre l'étude approfondie. Je me bornerai d'ailleurs à ne donner ici qu'un résumé succinct de mes expériences, dont le détail trouvera place dans un Mémoire plus étendu.

Préparation de la prulaurasine. — On utilise les feuilles fraîches de Laurier-cerise. 5000g de feuilles entières sont immergées pendant 10 minutes, par fractions de 300g, dans

---

(1) *Repertorium für die Pharmacie*, 2e série, t. XV, 1839, p. 1.
(2) *Annalen der Pharmacie*, t. XXXI, 1839, p. 263.
(3) *Neues Repertorium für Pharmacie*, t. XXIII, 1874, p. 449.
(4) *Archiv der Pharmacie*, t. CCXLIII, 1905, p. 421.

15000$^{cm^3}$ d'eau maintenue à l'ébullition, contenant un peu de carbonate de calcium en suspension. Les feuilles, dont on a ainsi sûrement détruit l'émulsine, sont broyées à la machine et la totalité du produit est plongée à nouveau dans le liquide primitif qu'on fait bouillir quelques instants. On laisse refroidir presque complètement, on exprime; on clarifie à l'albumine de l'œuf la liqueur obtenue et l'on filtre; on obtient ainsi 7500$^{cm^3}$ à 8000$^{cm^3}$ de liqueur. Dans ce premier traitement, on peut remplacer l'eau par l'alcool comme liquide extracteur, mais l'alcool doit être également utilisé bouillant; je me suis assuré en effet que la décomposition du glucoside à extraire se faisait très rapidement dans les feuilles placées directement au contact d'alcool froid ou légèrement chauffé, à la suite sans doute du passage d'une cellule à l'autre des principes générateurs de l'acide cyanhydrique. Quoi qu'il en soit, qu'on utilise l'eau ou l'alcool, les liqueurs d'extraction sont distillées à basse température, sous pression réduite, jusqu'à un résidu de 1200$^{cm^3}$ environ qu'on additionne de 4^{vol} d'alcool à 85°. Il se produit un volumineux précipité qu'on laisse déposer 24 heures et qu'on rejette. La liqueur surnageante est alors distillée à fond, d'abord à l'alambic, puis sous pression réduite, dans un ballon; le résidu est épuisé à chaud et à reflux, à cinq reprises différentes, par de l'éther acétique saturé d'eau, en employant chaque fois 200$^{cm^3}$ d'éther acétique. Les liqueurs éthérées sont évaporées à fond et le résidu est repris par 250$^{cm^3}$ d'eau froide. On filtre et l'on agite la liqueur avec environ 2^{vol} d'éther ordinaire, en répétant l'opération quatre ou cinq fois; on élimine ainsi des impuretés dont la présence gênerait considérablement l'obtention consécutive du glucoside. La solution aqueuse décantée est distillée à basse température, en présence du carbonate de calcium, et le résidu est repris à l'ébullition à reflux par 250$^{cm^3}$ d'éther acétique anhydre. Il importe, dès ce moment de la préparation, de ne plus utiliser que des dissolvants organiques bien purs et complètement déshydratés; c'est ainsi que l'éther acétique doit être préalablement bien lavé à l'eau et redistillé sur du carbonate de potassium sec. La dernière solution obtenue avec l'éther acétique, évaporée en consistance d'extrait, fournit 40^g à 45^g de résidu susceptible de cristalliser facilement en totalité, surtout si on l'amorce avec un cristal antérieurement préparé. Mais comme la cristallisation se fait alors en masse et que le glucoside se redissout aussitôt qu'on veut le délayer soit avec de l'éther acétique, soit avec de l'alcool, en vue de l'essorage, il est de beaucoup préférable de dissoudre à nouveau le glucoside, en opérant à chaud, dans de l'éther acétique anhydre additionné soit de toluène, soit de chloroforme et de déterminer la cristallisation par addition très ménagée d'éther anhydre à une telle solution. Le glucoside, qui se dépose peu à peu en fines aiguilles, est essoré à la trompe, lavé avec un mélange d'éther acétique et d'éther, puis séché dans le vide sulfurique. La grande solubilité du glucoside, qui paraît d'ailleurs susceptible de cristalliser sous plusieurs formes, rend très délicates les dernières manipulations de la préparation.

Propriétés. — La prulaurasine ainsi obtenue est cristallisée en fines aiguilles incolores, flexibles, très déliées, pouvant atteindre plusieurs centimètres de longueur; sa saveur est légèrement amère; elle fond à 120°-122° en un liquide épais, incolore. Elle est très soluble dans l'eau, l'alcool,

l'éther acétique, à peu près insoluble dans l'éther. Elle a un pouvoir rotatoire gauche; on a trouvé :

(I) $\alpha_D = -52^\circ,63$ ($v = 15$, $l = 2$, $p = 0,2850$, $\alpha = -2^\circ$),
(II) $\alpha_D = -52^\circ,75$ ($v = 25$, $l = 2$, $p = 0,9635$, $\alpha = -4^\circ,066$).

L'émulsine dédouble la prulaurasine en *acide cyanhydrique* qui a été dosé par le procédé Liebig-Denigès, en glucose cristallisant sur amorce de *glucose-d* et titré comme tel par la liqueur cupro-potassique et en *aldéhyde benzoïque*, caractérisé par sa phénylhydrazone fondant à 151°.

La cryoscopie et l'analyse élémentaire ont été faites. Le Tableau suivant résume brièvement l'ensemble des résultats obtenus :

	Calculé pour $C^{14}H^{17}AzO^6$.	Trouvé pour la prulaurasine.
Poids moléculaire....	295	298,8
HCAz..............	9,15 pour 100	8,59 pour 100
Glucose............	61,01 »	61,24 »
C..................	56,94 »	56,74 »
H..................	5,72 »	5,91 »

L'équation du dédoublement de la prulaurasine par l'émulsine s'écrira donc :

$$C^{14}H^{17}AzO^6 + H^2O = C^6H^{12}O^6 + HCAz + C^7H^6O.$$

La prulaurasine doit donc être considérée comme un isomère de l'amygdonitrile-glucoside de Fischer (1) et de la sambunigrine de Bourquelot et Danjou (2); elle diffère dès maintenant de ces deux principes par ses solubilités, son point de fusion et son pouvoir rotatoire.

ZOOLOGIE. — *Sur l'organe rétro-cérébral de certains Rotifères.* Note de M. **P. Marais de Beauchamp**, présentée par M. Yves Delage.

Il existe chez un grand nombre de Rotifères Ploïmides un organe céphalique, dorsal par rapport au cerveau auquel il est plus ou moins intimement

(1) *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXVIII, 1895, p. 1508.
(2) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 598.

uni, qui a été seulement entrevu par les systématiciens. Ayant découvert que son contenu se colore avec intensité pendant la vie par le neutralroth, j'ai pu, par cette méthode et celle des coupes, me faire une idée de sa nature, le retrouver et montrer son homologie chez des formes très diverses. Je voudrais exposer ici mes premiers résultats; il est nécessaire d'en décrire trois types principaux reliés par de nombreux intermédiaires :

1° Chez *Euchlanis dilatata* Ehrenberg, il s'agit d'un véritable sac très développé qui s'étend en arrière, non seulement du cerveau sur lequel il se moule, mais du mastax, et dont l'extrémité supérieure bifurquée s'engage entre les cellules de la couronne pour s'ouvrir par deux courtes papilles juste au sommet de la tête, à l'intérieur de la couronne ciliaire préorale. Sa paroi est très mince, sauf en arrière où elle forme un coussinet protoplasmique épais, avec une trace de bifidité (témoin sans doute d'une parité primitive), renfermant de grands noyaux à gros nucléoles et où s'élabore un produit de sécrétion qui remplit la cavité et se colore par le neutralroth. Cette sécrétion se produit et s'élimine suivant un mode très particulier sur lequel je ne veux pas insister pour le moment, et d'où résulte pour le contenu du sac une apparence vacuolaire très caractéristique. A ce premier type, sans conteste glandulaire, se rapportent toutes les espèces d'*Euchlanis* que j'ai pu étudier, *Diurella stylata* (Eyferth), *D. porcellus* (Gosse), *Metopidia lepadella* Ehr., *M. acuminata* Ehr., *M. solidus* G. Dans ces quatre dernières espèces, qui font passage au type suivant, l'appareil rétrocérébral n'avait jamais été signalé et n'a pu être décelé que par la coloration vitale.

2° Chez *Notommata aurita* Ehr., le sac se réduit à une petite bourse accolée à la face inférieure du cerveau si étroitement qu'elle semble, comme on l'a cru jusqu'ici, en faire partie intégrante. Mais elle envoie en haut un prolongement tubulaire qui contourne dorsalement celui-ci, se bifurque et vient se terminer par deux orifices au sommet de la tête, cette fois au ras du tégument. Les rapports sont donc les mêmes que précédemment, mais il s'en ajoute un nouveau avec l'œil qui est toujours situé devant la naissance du prolongement, juste au point de contact du cerveau et du sac. Celui-ci a attiré dès longtemps l'attention de descripteurs par son contenu : il est, en effet, rempli de petites granulations bactéroïdes très réfringentes, qui lui donnent l'aspect d'une masse noire par lumière transmise, et qui ne sont pas calcaires comme on l'admet généralement.

Elles sont indépendantes de la sécrétion colorable par le neutralroth qui existe, mais moins abondante. Ce cas est celui de *Notommata torulosa* Dujardin, *N. tripus* Ehr., *Taphrocampa* sp., *Gastropus hyptopus* Ehr.

3° Dans *Copeus copeus* Ehr., *C. pachyurus* G., *Eosphora aurita* Ehr., le sac rétrocérébral, piriforme et souvent très développé, a les mêmes rapports que précédemment avec l'œil et le cerveau et la même terminaison antérieure, mais il est flanqué de deux grandes cellules plurinucléées, parfois très allongées, insérées sur le cerveau de part et d'autre de l'œil et qui paraissent bien en continuité de substance avec lui. Les grains bactéroïdes peuvent exister soit à la fois dans le sac et dans ces cellules, soit dans l'une ou l'autre de ces formations suivant les espèces, la sécrétion colorable

dans le sac seul. C'est à ce type également que se rapporte l'*Eosphora digitata* Ehr., qui montre une régression manifeste sur les espèces précédentes, et chez laquelle j'ai décrit récemment ces organes ([1]).

En résumé, l'organe rétro-cérébral est connu jusqu'ici chez des espèces appartenant à cinq familles très différentes de Ploïmides (Euchlaninés, Rattulinés, Colurinés, Gastropodinés, Notommatinés) ([2]).

Il est fondamentalement glandulaire, en rapport avec la face dorsale du cerveau, bifurqué au moins en avant, s'ouvrant au dehors par deux orifices apicaux, et élabore une sécrétion colorable vitalement par le neutralroth, qu'on ne peut guère envisager que comme un produit d'excrétion. Chez *Notommata* et formes voisines, il semble d'après ses rapports très intimes avec le cerveau et l'œil s'adapter secondairement à un rôle sensoriel et élabore une nouvelle sécrétion de rôle inconnu sous forme de grains bactéroïdes. Chez *Copeus* et *Eosphora*, il s'y ajoute deux cellules auxiliaires qui peuvent renfermer ceux-ci et semblent dériver du cerveau. Il reste à présent à suivre le développement ontogénique et philogénique de cet organe, à essayer d'éclaircir ses rôles problématiques, à entreprendre l'étude histophysiologique et histochimique de sa sécrétion qui paraît fort intéressante, enfin à voir si, comme je le soupçonne, la même fonction n'existerait pas chez d'autres formes à l'état diffus dans les cellules de la couronne.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le phototropisme des larves de Homard.* Note de M. G. Bohn, présentée par M. Alfred Giard.

I. Les larves de Homard présentent trois *états physiologiques* successifs, qui se révèlent très nettement vis-à-vis de la lumière ([3]) : 1° elles sont émises le soir et, jusqu'au lendemain matin, ou plus longtemps si elles sont maintenues à l'obscurité, elles sont attirées par les sources lumineuses; 2° mais l'exposition à la lumière ne tarde pas à modifier cette réaction; tandis que de grand matin les larves se groupent encore vis-à-vis des sur-

---

([1]) *Arch. de Zool. expér.*, 4e série, vol. III, 1905, *Notes et Revues*, p. CCXXV-CCXXXIII.

([2]) L'organe glandulaire dorsal décrit par quelques auteurs chez certains Rhizotides (*Stephanoceros*, quelques *Flexularia*) pourrait bien être homologue du précédent; je n'ai pu encore m'en occuper faute de matériaux.

([3]) G. Bohn, *Des tropismes et des états physiologiques* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 25 novembre 1905).

faces éclairées les plus étendues (fenêtres), dans le cours de la première journée, elles vont et viennent des objets éclairés aux objets obscurs; 3° au bout de quelques jours, elles s'assemblent au contraire vis-à-vis des surfaces obscures les plus étendues (murs).

II. Le premier état étant incompatible avec un éclairement prolongé, il est difficile d'étudier les réactions vis-à-vis de la lumière dans cet état. Dans les deux états suivants, on constate que les larves tendent à se déplacer suivant la direction de certaines lignes qui aboutissent normalement aux surfaces d'ombre les plus étendues; tout d'abord elles effectuent des sinuosités de part et d'autre de ces lignes, puis ces sinuosités diminuent progressivement d'amplitude et finalement les trajectoires se confondent avec ces lignes.

III. Tant qu'il y a des sinuosités, l'équilibre vis-à-vis de la pesanteur n'est pas stable (1) : le dos ne reste pas constamment dirigé vers le haut, il s'incline alternativement à droite et à gauche, parfois de 90°; il peut venir même en bas, par un roulement autour de l'axe longitudinal du corps. Or le déplacement des larves se fait, non seulement suivant la direction de l'axe longitudinal du corps, mais encore suivant une direction perpendiculaire, du côté du dos : si le dos est en haut, la larve avance et monte en même temps; s'il s'incline à droite, la larve avance en déviant à droite, et, plus la rotation est considérable, plus la déviation est prononcée. Les sinuosités des trajectoires, dans le sens vertical comme dans le sens horizontal, sont donc en relation avec les roulements que les larves effectuent les premiers jours autour de l'axe longitudinal du corps.

IV. Dans leur marche sinueuse, les larves tendent constamment à se placer le dos en haut, c'est-à-dire tourné vers une vaste surface de lumière (surface de l'eau éclairée par le ciel), et la tête vers des surfaces d'ombre étendues (celles des rochers littoraux par exemple). Quand cette tendance est réalisée, l'éclairement des deux yeux est très particulier : au point le plus élevé, qui est situé vis-à-vis d'une surface éclairée, se trouve une tache de lumière; au point le plus antérieur, qui est dirigé vers des surfaces sombres, se trouve une tache d'ombre (2).

Or il semble que l'animal se guide sur l'éclairement de l'œil. Dès que

---

(1) G. Bohn, *Mouvements rotatoires chez les larves de Crustacés* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 25 novembre 1905).

(2) G. Bohn, *L'éclairement des yeux et les mouvements rotatoires* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 2 décembre 1905).

celui-ci est modifié, la larve prend instantanément la position sous laquelle l'éclairement redevient ce qu'il était.

Ainsi, en approchant un écran noir parallèlement à l'axe du corps, on provoque un roulement qui amène le dos à l'opposé de l'écran, de telle façon que le sommet de l'œil est encore éclairé au maximum; en approchant l'écran perpendiculairement à l'axe du corps, en arrière des yeux, on provoque une rotation en rayon de roue qui amène la tête à faire face à l'écran, de sorte que l'avant de l'œil est encore éclairé au minimum.

Dans le premier cas, le dos vient à l'opposé de l'écran et, comme la translation se fait du côté du dos, la larve s'éloigne, comme si elle était *repoussée* par l'écran noir; dans le second cas, la tête vient vis-à-vis de l'écran et, comme la translation se fait du côté de la tête, la larve s'approche, comme si elle était attirée par l'écran noir. Ainsi une même larve, tant qu'elle peut effectuer des roulements et des rotations en rayon de roue, peut être successivement repoussée et attirée par les écrans noirs; c'est ce qui a lieu dans le deuxième état; mais, dans le troisième, le plan sagittal conservant une direction verticale, il n'y a plus dans ces conditions que des attractions.

V. Tous ces mouvements, répulsion et attraction, roulement et autres rotations, se font avec rapidité et précision et ont le caractère de mouvements irrésistibles, suivant des lois qui paraissent très précises, mais qui varient avec les états physiologiques. Ils admettent une résultante dont la direction est celle du phototropisme.

Les tropismes, chez les larves de Homard, comme chez les Mollusques et les Annélides marins (¹), sont donc des phénomèmes beaucoup plus complexes qu'on ne pensait jusqu'ici. L'orientation n'arrive à se faire qu'à la suite de mouvements rotatoires très compliqués et variables suivant les conditions externes et internes. Au début, elle se fait presque uniquement par rapport aux surfaces d'ombre et de lumière; il n'y a pas encore d'équilibre vis-à-vis de la pesanteur; l'équilibre n'est réalisé que sous une distribution spéciale des taches d'ombre et de lumière sur la surface des yeux. Ce fait très remarquable permet d'élargir la nouvelle théorie du phototropisme que j'ai donnée ici même (²), et n'est pas particulier aux

(¹) G. Bohn, *Attractions et oscillations sous l'influence de la lumière* (*Mémoires de l'Institut général psychologique*, t. I, avril 1905, p. 1-101).

(²) G. Bohn, *Théorie nouvelle du phototropisme* (*Comptes rendus*, 21 novembre 1904).

Crustacés. Chez beaucoup d'animaux, l'œil serait, avant l'otocyste, l'organe de l'équilibration.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure géologique des Pyrénées occidentales.* Note de M. **Pierre Termier**, présentée par M. Michel Lévy.

On sait que les montagnes du pays basque sont faites de terrains paléozoïques divers, et aussi de Trias, et, pour une moindre partie, de terrains jurassiques; et l'on sait encore que, au nord, à l'ouest et au sud de ces montagnes, s'étend une zone, généralement fort large, de terrains crétacés. C'est la zone d'Hasparren, d'Ascain, de Saint-Jean-de-Luz, de Saint-Sébastien, de Burguete. A l'est de Roncevaux, le Crétacé du versant espagnol empiète sur la région montagneuse et, à partir de la forêt d'Orion, c'est lui, désormais, qui, jusqu'à Gavarnie, constitue la plupart des hauts sommets. Les travaux de MM. Stuart-Menteath et Seunes nous ont appris que l'âge de ces dépôts crétacés va de l'Aptien au Danien, et que, tout au moins dans le pays basque, c'est le Cénomanien qui semble être, de beaucoup, l'étage le plus développé.

Je me suis proposé, depuis quelques années, d'étudier l'allure de ce Crétacé basque, et de savoir *s'il est en place,* ou *s'il vient d'ailleurs.* La question n'est nouvelle qu'en partie, puisque, en 1903, M. L. Carez, dans sa *Géologie des Pyrénées françaises,* a admis le *charriage* du Crétacé supérieur du versant espagnol, charriage venant du Sud et transportant du Sud au Nord une écaille large d'au moins 200^{km}; et que, dès 1900, MM. Michel Lévy et Léon Bertrand ont émis l'hypothèse de nappes empilées, pour expliquer les contacts anormaux du Trias dans la région de Biarritz. Mais je suis très convaincu que cette question est beaucoup plus ample, et que, s'il y a *charriage,* le phénomène est général et embrasse tous les dépôts crétacés, de part et d'autre de l'axe pyrénéen, et même toutes les Pyrénées.

Un fait capital est l'existence de longues et étroites bandes synclinales, remplies de dépôts crétacés, qui se détachent de la zone crétacée du versant sud, et s'avancent jusqu'à quelques kilomètres, seulement, de la zone crétacée du versant nord. Ces bandes ont été signalées, en 1887 et 1891, par M. Stuart-Menteath. La plus importante part de la forêt d'Orion, coupe la route d'Espagne à quelques kilomètres au sud de Saint-Jean-Pied-de-Port et va finir en pointe, vers l'Ouest, un peu au sud du village d'Anhaux. Une autre, partant également de la forêt d'Orion, s'avance au Nord jusqu'à

Estérençuby. Elles touchent, sur leurs bords, aux terrains les plus variés : Trias, Permien, Carboniférien, Dévonien, Gothlandien; et, dans le même profil en travers, les deux bords de la bande sont, presque toujours, très différents. Elles forment, par-dessus les Pyrénées, le trait d'union entre le Crétacé du versant espagnol et le Crétacé du versant français. Le Trias de Saint-Jean-Pied-de-Port s'enfonce, au Sud, sous le Crétacé d'une bande synclinale; au Nord, sous le Crétacé du versant français. Entre les deux contacts, il n'y a que 5km ou 6km; et, de part et d'autre, les faciès du Crétacé sont identiques. C'est donc l'érosion qui a dégagé de sa couverture crétacée la région axiale pyrénéenne; et il est certain que tout le pays basque a été, jadis, revêtu d'un manteau continu de couches albiennes et cénomaniennes.

Nulle part, dans la région montagneuse, le Crétacé n'est recouvert par des roches plus anciennes et les seuls *recouvrements* indiscutables sont ceux qu'ont signalés, près de Biarritz, MM. Michel Lévy et Léon Bertrand. Mais, si les recouvrements font défaut, les *contacts anormaux* abondent et l'on peut même dire que le contact du Crétacé et de son substratum a *presque toujours* les caractères d'un contact anormal. Cela est vrai, non seulement pour les bandes synclinales dont j'ai parlé, mais aussi pour les bords des vastes régions crétacées. Ces bords semblent toujours être des failles, et qui seraient à peu près horizontales : ce qui revient à dire qu'ils coïncident avec les affleurements d'une *surface de charriage*. Les assises crétacées sont, presque partout, extraordinairement plissées, et de la façon la plus chaotique, tandis que le substratum montre, le plus souvent, des assises faiblement inclinées, ou ondulées, dont l'allure est, *en apparence*, très régulière. Il y a donc eu, sans aucun doute, *déplacement relatif* du manteau crétacé sur son substratum paléozoïque, triasique ou jurassique.

Mais ce déplacement relatif n'a pas atteint une grande amplitude, car le Crétacé, lorsqu'il renferme des poudingues, ne montre, dans les galets de ces poudingues, que des roches aisément identifiables aux roches paléozoïques du substratum. D'autre part, quand on étudie ce substratum lui-même, on y trouve fréquemment des preuves d'autres déplacements relatifs, du même ordre que le premier. C'est ce que j'ai appelé, l'an dernier, des *symptômes de charriage*. L'un des plus beaux est visible sur la route d'Espagne, à 4km au sud de Saint-Jean-Pied-de-Port, dans le Gothlandien, tout près du bord sud de la bande synclinale crétacée : et c'est une *brèche de friction* à débris de quartzites, analogue aux brèches de friction entre granite et calcaire que j'ai récemment décrites (Moiné-Mendia, près Hélette). Enfin, dans la série d'assises qui constitue le substratum du Crétacé, les *étirements* sont extraordinaires et l'*allure lenticulaire* est la règle. Chaque étage géologique garde son faciès et, cependant, son épaisseur varie considérablement d'une coupe à l'autre et tous se suppriment, çà et là,

pour reparaître tout à côté. De sorte que c'est seulement l'apparence de l'allure qui est régulière. En réalité, la série en question est une série d'étages en superposition normale, presque horizontaux dans leur ensemble, mais déplacés les uns sur les autres et réduits à l'état de lentilles.

Ces phénomènes sont caractéristiques. *Toute la série sédimentaire du pays basque, depuis le Cristallin du Labourd jusqu'au Crétacé inclusivement, est une nappe venue d'ailleurs et ployée en carapace.* Il est possible que cette nappe soit complexe, c'est-à-dire formée de plusieurs nappes, mais je n'en ai pas encore la preuve. Le *charriage* admis par M. Carez pour le versant méridional des Pyrénées et ceux qu'ont invoqués, pour la région de Biarritz, MM. Michel Lévy et Léon Bertrand, appartiennent à un seul et même système de charriages. De même que la Cordillère cantabrique, les Pyrénées occidentales sont *pays de nappes*.

GÉOLOGIE. — *Sur l'orientation que prend un corps allongé pouvant rouler sur les fonds dans un courant liquide.* Note de M. E. **Noël**, présentée par M. Michel Lévy.

On sait depuis longtemps que, dans certains conglomérats, les galets allongés ont une tendance à une orientation parallèle de leurs grands axes. Mais je n'ai vu nulle part assigner de cause bien nette à ce phénomène. C'est de la recherche de cette cause que je me suis occupé.

Un galet dans un courant est soumis aux deux actions de la pesanteur d'une part, et des filets d'eau d'autre part. Si ces deux actions ne sont pas suffisantes pour le faire rouler, mais seulement pour le faire pivoter, tout se passe comme s'il était fixé par son point de contact et mobile seulement autour d'un axe fixe vertical. Si le fond est incliné, la pesanteur détermine un couple qui tend à amener horizontalement le grand axe du galet. Si le fond est horizontal, la pesanteur n'a plus d'action, et le solide n'est plus soumis qu'à un couple du fait du courant. Dans le premier cas, les deux couples se composent, et la position d'équilibre est telle que le couple résultant soit nul.

Dans le second, il faudra pour l'équilibre que le couple dû au courant soit lui-même nul, condition réalisée pour un solide à plan de symétrie par exemple, quand la direction des filets liquides est parallèle à ce plan. Seuls les corps allongés s'orienteront, et, pour un solide à trois axes, la position

d'équilibre stable sera celle où le grand axe est perpendiculaire aux filets liquides.

1° D'abord, dans les rigoles sinueuses creusées par la pluie, dans des tas de sable contenant de petits cailloux, tout galet allongé qui reçoit directement le courant a toujours le grand axe dirigé transversalement aux filets liquides, quand le rapport des axes atteint au moins 1,5. Quand la direction est oblique, c'est qu'un obstacle, d'ailleurs visible, a produit des remous locaux ou a empêché le galet de pivoter.

2° Des galets étant disposés sur une plaque horizontale, je fis tomber sur la plaque un jet vertical sous pression, de manière à y produire des filets d'eau rapides et divergeant d'un même point. Les galets se sont tous orientés normalement aux rayons, c'est-à-dire aux filets d'eau.

3° Si l'on incline la plaque, les galets prennent une direction intermédiaire entre l'horizontale et la normale aux filets d'eau, direction pouvant être pratiquement confondue avec la normale pour une vitesse suffisante.

D'ailleurs, ce mode de progression des galets a déjà été observé par Daubrée dans le Rhin (1).

Il résulte de là que les galets allongés d'un conglomérat ont en un point une direction dominante, normale à la trajectoire des filets liquides en ce point au moment précis de leur arrêt. Dans certains poudingues dont les galets se touchent, les vides étant seuls remplis de sable, l'orientation parallèle des éléments est parfois d'une netteté remarquable.

On peut déduire de là une méthode pour préjuger de la direction du courant qui a amené les galets d'un conglomérat. Quand la roche en place présente des découverts assez étendus, on n'a qu'à observer un nombre suffisant de galets, à mener d'un point des parallèles à leurs grands axes, à déterminer la direction moyenne, et à lui mener une perpendiculaire. Cette dernière est la direction moyenne des filets liquides dans l'étendue de la surface considérée.

J'ai appliqué cette méthode dans quelques cas : d'abord en certains points du grès infraliasique, puis aux conglomérats du grès vosgien des environs d'Arches, près d'Épinal, où elle a apporté de grandes probabilités en faveur de l'existence d'un courant de direction moyenne E. 10° S. Elle réussit bien surtout avec les galets de 2^{cm} à 6^{cm} de grand axe. Les galets plus petits obéissent trop facilement aux moindres impulsions, et les galets supérieurs à 10^{cm} ne pivotent que difficilement.

En raccordant les résultats obtenus en des points différents et assez rapprochés, on pourra arriver à se faire une idée de la marche des courants

(1) *Ann. des Mines*, 1857, p. 546 (en note).

marins à une époque géologique et, par suite, de l'origine possible des éléments de certains conglomérats.

GÉOLOGIE. — *Sur les fossiles dévoniens de l'Ahenet occidental recueillis par M. Noël Villatte.* Note de M. ÉMILE HAUG, présentée par M. de Lapparent.

Le raid mémorable effectué par le commandant Laperrine dans le Sahara central en février-juillet 1904, fertile en résultats géographiques et politiques, a fourni des renseignements non moins nombreux sur la structure géologique d'une partie du désert précédemment pour ainsi dire inconnue. Le capitaine Besset, qui prenait part à cette expédition, a publié récemment une intéressante esquisse géologique (¹) des pays traversés par l'itinéraire, d'où il ressort entre autres que les grès éodévoniens, si développés plus à l'est, participent dans une large mesure à la constitution de l'Ahenet, région de plateaux située à plus de 200^{km} au sud d'In-Salah.

Dans un *appendice lithologique* à la Note du capitaine Besset, M. G.-B.-M. Flamand (²) conclut en outre à l'existence de grès famenniens, en se basant il est vrai sur des déterminations paléontologiques qui ont un caractère essentiellement provisoire et sans indiquer même approximativement les points de l'itinéraire où les fossiles ont été recueillis.

M. Noël Villatte, calculateur à l'Observatoire d'Alger, qui accompagnait également l'expédition du commandant Laperrine, a fait de son côté des récoltes de fossiles, qu'il a bien voulu me communiquer et dont l'étude me permet aujourd'hui de compléter les renseignements publiés par le capitaine Besset. Tous ces fossiles proviennent de l'Ahenet occidental.

M. Villatte a observé sur les berges de l'oued Tadounasset, près du campement du 22 mars 1904 (24°53' lat. N., 0°14' long. W.), des schistes noirs, bruns à la surface, plongeant d'environ 30° vers le nord et renfermant des empreintes assez nombreuses, parmi lesquelles j'ai reconnu un Lamellibranche spécifiquement indéterminable, mais appartenant manifestement au genre *Edmondia* J. Hall; puis des *Conularia* aplaties, où toutefois tous

---

(¹) Lieutenant BESSET, *Esquisse géologique des régions de l'Ahenet, du Tanezrouft, de l'Adrar (Nord), du Tassili des Ahaggar et du Tifedest* (*Renseignements coloniaux Comité Afrique française*, 1905, n° 3, p. 123-134, 20 figures).

(²) *Ibid.*, p. 138-139.

les détails de l'ornementation sont conservés, de sorte que l'identification avec *Conularia africana* Sharpe ne peut laisser de doute. Cette espèce a été rencontrée jusqu'à présent aux Cedarbergen (colonie du Cap), dans les couches de Bokkeveld rapportées au Dévonien inférieur et dans les schistes d'Icla de Bolivie, également éodévoniens (A. Ulrich).

Des observations nouvelles sont nécessaires pour élucider les relations stratigraphiques des schistes de l'oued Tadounasset avec les grès éodévoniens de la région, mais, dans tous les cas, la découverte de *Conularia africana* dans l'Ahenet accentue encore les affinités du Dévonien inférieur du Sahara avec celui de la province sud-américaine et sud-africaine, que j'ai mises en évidence dans un travail récent.

Au-dessus des berges de l'oued Tadounasset s'élève une gara haute de 50^{m} environ, sur les flancs de laquelle M. Villatte a recueilli, dans des marnes, des fossiles dégagés assez nombreux, la plupart à l'état de moules internes. Ces fossiles sont les suivants :

Schizophoria n. sp., voisin de *Schizophoria carinata* Hall, du groupe de Chemung de l'état de New-York (Famennien); *Stropheodonta* [*Douvilleina*] sp. indet., voisin d'espèces néodévoniennes d'Amérique et d'Europe; *Productella* cf. *dissimilis* Kon. sp.; *Rhynchonella* (*Camarotœchia*) *boloniensis* d'Orb. sp. et *Omaliusi* Goss., espèces néodévoniennes du Boulonnais, de même que *Rh.* (*Liorhynchus*) cf. *triæqualis* Goss.; *Actinopteria* n. sp. aff. *Boydi* (Conr.) Hall, dont le type provient des couches d'Hamilton de l'État de New-York et qui a été également rencontré par T.-R.-C. Reed dans les couches de Bokkeveld du Cap; *Nuculites* n. sp.; *Orthoceras* cf. *subflexuosum* Münst., forme éodévonienne d'Elbersreuth (Bavière); *Orthoceras* sp. indet.

Malgré la présence d'espèces nouvelles ou spécifiquement indéterminables, l'ensemble de la faune possède incontestablement un cachet néodévonien, présentant des affinités à la fois avec les faunes nord-américaines et les faunes de l'Ardenne.

Ce même niveau s'étend certainement vers le nord, car le lieutenant Réquin a rencontré dans l'Adrar Adjelhouk, à 140^{km} au sud d'In-Salah, des marnes renfermant également *Productella* cf. *dissimilis* Kon. et une espèce nouvelle appartenant au même genre.

Un peu à l'est du campement de l'oued Tadounasset, à Tin-Taggaret, exactement sur le méridien de Paris, M. Villatte a recueilli, encore dans des marnes, plusieurs fossiles pourvus de leur test ou à l'état de moules internes pyriteux. J'ai pu reconnaître les formes suivantes :

Zaphrentis sp.; *Spirifer* n. sp. aff. *coelhoanus* Katzer, espèce dont le type provient du grès à *Spirifer* du rio Maecurú (Brésil); *Rhynchonella* [*Camarotœchia*] sp.; *Orthoceras* sp. indet.; *Agoniatites Vanuxemi* Hall (= *evexus, expansus, inconstans* aut.).

Le *Spirifer* indique encore des affinités sud-américaines. L'échantillon unique de Goniatite appartient à une espèce qui existe aussi bien en Europe qu'en Amérique, où elle se rencontre toujours dans le groupe mésodévonien. C'est la première fois que l'existence du Dévonien moyen est établie d'une manière certaine dans la région au sud d'In-Salah et en particulier dans l'Ahenet.

Les récoltes faites par le capitaine Besset et par M. Villatte au cours du raid Laperrine permettent donc d'affirmer la présence des trois subdivisions principales du système dévonien dans l'Ahenet occidental, mais les relations stratigraphiques entre ces différents termes ne peuvent encore être précisées à l'heure actuelle.

MÉTÉOROLOGIE. — *De l'influence des pluies estivales sur le débit des sources de plaines.* Note de M. **Houllier**, présentée par M. de Lapparent.

La prévision du débit des sources se fait, à l'heure actuelle, suivant les principes posés dès 1870, par MM. Belgrand et Lemoine (1), c'est-à-dire en admettant, d'après la loi de Dausse (2), que *les pluies des mois chauds*, comptés du 1er mai au 31 octobre, *ne profitent point aux cours d'eau*, et en basant exclusivement les évaluations sur les pluies survenues pendant le dernier semestre froid (du 1er novembre au 30 avril).

Il est hors de doute que les pluies estivales restent sans effet apparent sur le débit des sources; elles jouent pourtant un rôle indirect dont l'importance mérite de retenir l'attention.

Les pluies de la saison chaude ont, en effet, le grand avantage de fournir presque directement aux plantes l'humidité considérable nécessaire à leur développement, humidité qu'en temps de sécheresse elles puisent très profondément, par l'excessif développement des racines et par capillarité, dans les réserves du sous-sol. Aussi, à l'automne, le sol se trouve desséché dans des proportions susceptibles de varier considérablement d'une année à l'autre; ainsi, pendant l'été exceptionnellement sec de 1870, MM. Lawes et Gilbert ont constaté que la différence entre deux terres, l'une cultivée

---

(1) *Annales des Ponts et Chaussées,* 4 juin 1870; *Comptes rendus,* 1er juin 1874, 14 juin 1875, 12 mai 1902, 27 octobre et 30 novembre 1903, 13 juin 1905.

(2) *Statistique des principales rivières navigables de France, présentée à l'Académie,* le 29 avril 1839.

et l'autre nue, correspondait à une tranche d'eau pluviale de $0^m,22$ [1]; par contre, à Grignon, en 1896, après un été exceptionnellement pluvieux, la même différence n'était plus que de $0^m,04$ [2]. L'écart entre ces chiffres extrêmes est supérieur à la hauteur d'eau totale reçue par les nappes souterraines, en année moyenne ($0^m,15$ pour la Somme).

Les pluies de la saison froide ne peuvent évidemment concourir à l'alimentation des sources que lorsqu'une fraction, plus ou moins importante, de leur volume a été employée à restituer à la terre son degré normal de saturation et l'on voit, d'après les explications précédentes, combien cette fraction peut être modifiée par la préexistence d'un été pluvieux ou sec.

On peut encore ajouter que les pluies généralement abondantes survenant en octobre (semestre chaud), au moment où le sol est débarrassé des récoltes sur plus des quatre cinquièmes de son étendue, lorsque l'évaporation solaire se trouve notablement réduite, donnent bien plus d'eau d'infiltration que les pluies restreintes survenant en avril (semestre froid) et même en mars, lorsque la végétation des céréales d'hiver est déjà active; d'après les expériences faites à Rothamsted pendant 20 ans, si l'on représente par 1 le volume moyen des eaux de drainage d'avril, celui de mars est de 1,5 et celui d'octobre est de 4 [1].

Ces considérations font voir combien il est difficile de fixer des époques précises, au delà desquelles l'influence des apports pluviaux se fait seule sentir et en deça desquelles elle est négligeable [3].

On peut conclure de ce qui précède que, pour suivre d'aussi près que possible les phénomènes naturels concourant à l'alimentation des sources, il est nécessaire de faire intervenir *l'intégralité des apports pluviaux,* en appliquant à chaque hauteur mensuelle, ou même demi-mensuelle, des coefficients de réduction résultant de l'expérience et variant pour une source donnée avec les conditions de perméabilité du sol, la température, l'action des vents, la situation culturale, etc., du bassin alimentaire.

---

(1) *Le sol en agriculture,* par Hall, directeur de la station de Rothamsted et successeur de MM. Lawes et Gilbert.

(2) Dehérain, *Chimie agricole.*

(3) Dans la région septentrionale, les pluies intéressant davantage les nappes inférieures sont, en réalité, celles d'octobre, novembre, décembre, janvier et février.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Effets magnétiques de la foudre sur les roches volcaniques*. Note de MM. **Gaetano Platania** et **Giovanni Platania**, présentée par M. Mascart.

On sait, notamment par les recherches de M. Folgheraiter, que les points très aimantés et les aires plus étendues de même polarité dans les roches volcaniques (qu'on appelle points et zones *distincts*), sont, en général, des effets de la foudre.

Néanmoins les observations qui ont abouti à cette explication ont été faites dans des localités qu'on savait déjà foudroyées ou dans lesquelles on remarquait des traces laissées par la foudre (sillons, traces de fusion, etc.).

En aucun cas on n'a étudié les mêmes points avant et après la chute de la foudre.

Ayant commencé des recherches sur le magnétisme des roches de l'Etna, nous avons cherché si les blocs de lave basaltique et les briques, desquels avait été construit un mur de la maison de MM. Léonardi, à Acireale, présentaient des phénomènes magnétiques. On n'y observa qu'une très faible action magnétique, difficile à déterminer.

Le 20 septembre dernier, quelques minutes avant minuit, un orage très violent provoqua la fusion d'un fil téléphonique laissant intact le fil de terre, de $2^{mm},2$ de diamètre, appuyé sur ce mur sans isolements.

La décharge atmosphérique avait dû parcourir le fil de terre.

Le matin suivant, nous avons constaté que, le long de la surface suivie par le fil, le mur présentait une forte aimantation, jusqu'à la distance de 13^{cm}, le pôle nord à gauche; le courant de décharge devait donc être dirigé de bas en haut.

Pendant ce même orage, des coups de foudre ont frappé le paratonnerre du palais de M. Fiorini, en causant quelques dégâts. Les conducteurs du paratonnerre sont en cuivre, de 8^{mm} de diamètre et maintenus par des isolateurs en porcelaine, à la distance de 9^{cm} à 20^{cm} du mur. Cet édifice est aussi de construction récente et le paratonnerre n'avait pas été atteint par la foudre pendant les orages précédents. Maintenant les blocs de lave des murs, loin des fils conducteurs, ne présentent pas de propriétés magnétiques remarquables. Au contraire, quand on approche des conducteurs, l'action du mur sur l'aiguille aimantée commence à être sensible à la distance de 3^{m}.

Pour l'un de ces conducteurs, on constate sur le mur, à droite et à gauche, des zones de pôles contraires, ayant de 15^{cm} à 25^{cm} de largeur. Ici encore le sens de l'aimantation correspondrait à un courant de bas en haut.

Il est remarquable que des effets magnétiques si intenses aient été produits par un fil isolé aussi éloigné du mur.

Dans les cas douteux de fulmination de bâtiments en pierre volcanique, ce serait là le moyen de s'assurer du passage de la foudre.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 NOVEMBRE 1905.

(Suite.)

Laws observatory University of Missouri, Bul. nº 5 : *The polaris vertical circle method of determining time and azimuth,* by FREDERICK-H. SEARES. Columbia, Missouri, 1905; 1 fasc. in-4°.

M. MAX WOLF adresse huit Opuscules relatifs à l'Astronomie.

Méthodes de calcul graphique en usage à l'Observatoire royal de Lisbonne, par FREDERICO OOM. Lisbonne, 1905; 1 fasc. in-8°.

Contributions à la connaissance géologique des colonies portugaises d'Afrique. II. Nouvelles données sur la zone littorale d'Angola, par PAUL CHOFFAT, avec 4 planches. Lisbonne, 1905; 1 fasc. in-4°.

The mounted skeleton of « Triceratops prorsus », by CHARLES-W. GILMORE. Washington, 1905; 1 fasc. in-8°.

Recherches chimiques sur quelques composés organiques du fer avec le tannin, par MARCEL MONIER. Anvers, 1905; 1 fasc. in-8°.

Studio di un motore a idrocarburo con applicazione della turbina Laval, per C. CANOVETTI. Milan, 1905; 1 fasc. in-8°.

Flora Paulista, IV. *Familia Myrsinaceæ.* Sao-Paulo, 1905; 1 fasc. in-8°.

Zur Kenntnis der alpinen Flora in nördlichen Argentinien, von ROB.-E. FRIES. Upsala, 1905; 1 vol. in-4°.

Die Trematoden des arktischen Gebietes, von THEODOR ODHNER. Iéna, 1905; 1 fasc. in-4°.

The Danish Ingolf-Expedition. Vol. VI. 2. *Porifera.* Part II: *Desmacidonidæ* Pars., by WIL. LUNDBECK. Copenhague, 1905; 1 vol. in-4°.

Some results of the scottish national antarctic Expedition. Edimbourg, 1905; 1 fasc. in-8°.

A further contribution to the study of bacilluria in typhoid fever and its treatment with urotropin, by CHAS. D. EASTON. Boston, 1905; 1 fasc. in-12.

Catalogue of the exhibit of economic Entomology at the Lewis and Clark centennial Exposition, Portland, Oregon, 1905, by ROLLA-P. CURRIE. Washington, 1905; 1 fasc. in-8°.

Nineteenth annual Report of the Commissioner of Labor, 1904. Wages and Hours of Labor. Washington, 1905; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 NOVEMBRE 1905.

Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, 2e série, t. XLVIII: *Le passage de Vénus sur le Soleil en* 1882, par A. BOUQUET DE LA GRYE. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°.

Traité de Géologie, par A. DE LAPPARENT, Membre de l'Institut; 5e édition refondue et considérablement augmentée: *Phénomènes actuels*, p. 1 à 592, 139 fig. dans le texte; *Géologie proprement dite*, p. 593 à 1215, 744 fig. dans le texte. Paris, Masson et Cie, 1906; 3 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout, effectuées à l'Institut Pasteur de Lille et à la station expérimentale de la Madeleine, par le Dr A. CALMETTE, Correspondant de l'Institut. Vol. I. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Cours de Chimie physique, suivi d'applications à la Chimie et à la Biologie, par VICTOR HENRI; 1er fascicule. Paris, A. Hermann, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Dastre. Hommage de l'auteur.)

Les grandes plâtrières d'Argenteuil; historique, genèse et distribution des formations gypseuses de la région parisienne, par AUG. DOLLOT, P. GODBILLE et G. RAMOND (*Mémoires de la Société géologique de France*, 4e série, Tome I, Mémoire 14). Paris, au siège de la Société géologique de France, 1905; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. de Lapparent.)

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 DÉCEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Noël, la séance du lundi 25 décembre sera remise au mardi 26 décembre.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome CXL des *Comptes rendus*, janvier-juin 1905, est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la distillation de l'or, des alliages d'or et de cuivre, d'or et d'étain et sur une nouvelle préparation du pourpre de Cassius.* Note de M. **Henri Moissan**.

Pendant longtemps, l'or a été regardé comme un métal difficilement volatil que l'on ne pouvait amener à l'état de vapeur que sous l'action de l'étincelle d'une forte batterie électrique. Cependant Robert Harc, en 1802, avait volatilisé une petite quantité d'or au moyen du chalumeau à oxygène et à hydrogène.

En 1893, nous avons démontré que l'or entrait en ébullition avec rapidité au four électrique et qu'il était facile de distiller 40g d'or en l'espace de quelques minutes (1). Depuis nos premières expériences, Schuller (2),

(1) H. Moissan, *Étude de quelques phénomènes nouveaux de fusion et de volatilisation produits au moyen de la chaleur de l'arc électrique* (*Comptes rendus*, t. CXVI, 1893, p. 1429.)

(2) Schuller, *Distillationen in luftleeren Quarzgefässen* (*Z. anorg. Chem.*, t. XXXVII, 1903, p. 69).

puis Krafft et Bergfeld [1] ont établi que, dans le vide, l'or, enfermé dans un tube de quartz fondu, commence à se volatiliser vers 1070°.

Distillation de l'or. — Nos expériences ont été faites avec le dispositif décrit dans nos précédentes recherches sur la distillation du cuivre. Nous avons chauffé, dans un creuset, 150g d'or pur pendant 5 minutes 30 secondes, avec un courant de 500 ampères sous 110 volts et nous avons distillé ainsi 10g de métal.

Dans une deuxième expérience, faite avec le même poids de métal et la même intensité de courant, mais dans laquelle la durée de l'expérience était de 6 minutes 30 secondes, nous avons distillé 20g de métal.

L'or qui restait dans le creuset après refroidissement ne renfermait pas de calcium; il titrait 99,98 d'or. Sa surface extérieure présentait quelques cavités provenant des bulles gazeuses qui se dégagent au moment de la solidification. Cette surface métallique était recouverte, sur certaines de ses parties, d'un voile noir formé de cristaux de graphite enchevêtrés. Les géodes présentaient une cristallisation confuse de l'or sous forme d'arborescences se coupant à angles droits. Tout autour du creuset, se trouvaient de petites gouttelettes métalliques jaunes provenant de la condensation des vapeurs du métal. La chaux fondue, qui était voisine du creuset, était colorée en jaune très pâle, mais ne renfermait que des traces d'or; il en est de même des cristaux de chaux qui se forment à une certaine distance. L'or distille avant le point d'ébullition de la chaux. C'est ainsi qu'un fragment de chaux fondue, voisin du creuset, est presque blanc, à peine teinté de jaune, tandis que la chaux frittée, qui se trouve près des électrodes et sur laquelle de très petits globules d'or se sont déposés, est plus colorée.

Sur le couvercle du four, ainsi que sur les électrodes, on rencontre une grande quantité de gouttelettes d'or. Lorsque ces gouttes métalliques sont un peu éloignées du creuset et se trouvent sur la chaux du four, elles sont entourées d'une auréole rouge qui se dégrade en une belle teinte d'un pourpre foncé.

Le tube de cuivre traversé par un courant d'eau froide, qui est disposé au-dessus du creuset, est recouvert d'un feutrage jaune foncé à reflets pourpres. Examiné à la loupe, il est formé de légères ramifications jaunes et brillantes rappelant l'aspect du cuivre que nous avons décrit dans une Note précédente.

---

[1] KRAFFT et BERGFELD, *Ueber tiefste Verdampfungstemperaturen von Metallen im Vacuum des Kathodenlichts* (*Ber. chem. Gesell.*, t. XXXVIII, 1905, p. 254).

Parfois on recueille de l'or filiforme, variété qui a déjà été obtenue par Margottet ([1]), par Liversidge ([2]) et que notre confrère M. Ditte ([3]) a préparée en dessous du point de fusion de l'or, en chauffant une lame de ce métal avec un mélange de chlorure et de pyrosulfate de sodium. La hauteur de ces filaments varie avec l'épaisseur de la couche d'or condensée sur le tube froid. On rencontre aussi, dans les parties les plus voisines de ce tube froid, de très petits cristaux jaunes brillants et d'apparence cubique. Cet or est accompagné d'une petite quantité de chaux distillée et de graphite.

Ce mélange, débarrassé de la chaux par un traitement à l'acide acétique étendu, renferme de l'or tellement divisé que cette poussière reste en suspension dans l'eau en lui donnant, par transparence, une coloration verte.

Enfin, en recueillant la vapeur d'or condensée sur une cloche en verre mince, nous avons obtenu un dépôt d'une belle couleur pourpre formé d'un mélange de chaux et d'or distillé.

Ces expériences de la distillation de l'or ont été répétées dans un tube de charbon en plaçant le métal dans une nacelle de graphite. De même que dans l'expérience précédente, on voit nettement le métal fondre sous l'action de l'arc électrique, puis après 1 minute 30 secondes entrer en ébullition. La vapeur qui s'élève de la nacelle rencontre la partie supérieure du tube qui est fortement chauffée, reste complètement transparente, puis vient se condenser dans les parties froides sous forme d'une véritable pluie de globules d'une excessive finesse. Dans une de ces expériences, en chauffant 4 minutes avec un courant de 500 ampères sous 110 volts, nous avons distillé 17^{g} de métal. Dans la partie condensée, au milieu d'un grand nombre de sphérules métalliques, on rencontre quelques petits cristaux d'or. Le lingot, examiné avec soin après l'expérience, était encore recouvert de ce voile noir de graphite dont nous avons parlé précédemment.

Nous pouvons conclure de nos expériences que l'or est plus difficilement volatil que le cuivre. En chauffant, en effet, dans les mêmes conditions, ces deux métaux, on voit se produire l'ébullition dans un temps beaucoup

---

([1]) Margottet, *Recherches sur les sulfures, séléniures et tellurures métalliques* (*Ann. École Normale*, 2e série, t. VIII, 1879, p. 247).

([2]) Liversidge, *On the origin of moss gold* (*R. Society of N. S. Wales*, 6 septembre 1893).

([3]) Ditte, *Sur la cristallisation de l'or* (*Comptes rendus*, t. CXXXI, 1900, p. 143).

plus court pour le cuivre que pour l'or. De plus, à la température de fusion de la chaux, l'or est déjà très volatil.

Nous rappellerons que, d'après MM. Krafft et Bergfeld (¹), la différence entre le commencement de la vaporisation et le point d'ébullition dans le vide est la même que celle qui existe entre le point d'ébullition dans le vide et la température d'ébullition à la pression atmosphérique. Dans ces conditions, l'or, commençant à donner des vapeurs dans le vide à 1070° et bouillant dans le vide à 1800°, aurait 2530° comme point d'ébullition à 760^{mm}.

Les propriétés chimiques de l'or distillé sont les mêmes que celles de l'or martelé ou du métal fondu réduit en poudre fine. Son attaque, soit par l'eau régale, soit par l'eau de chlore, dépend de la ténuité de l'échantillon mis en expérience. Il en est de même de l'attaque par le fluor ou par un mélange d'acide sulfurique chaud et de permanganate de potassium. De telle sorte que l'or pulvérulent, produit par la condensation brusque de sa vapeur, ne nous a fourni aucune réaction capable d'indiquer l'existence d'une variété allotropique de ce métal.

Distillation des alliages d'or et de cuivre. — Les alliages d'or et de cuivre étudiés jusqu'à la température de 1064° forment des solutions homogènes en toutes proportions. La courbe de fusibilité de ces alliages a été donnée par Roberts-Austen (²).

Nous avons préparé un alliage de cuivre et d'or à 10 pour 100 de ce dernier métal. Nous en avons chauffé au creuset 100^{g} pendant 4 minutes avec un courant de 500 ampères sous 70 volts. Une partie du métal a été volatilisée; il ne restait, après l'expérience, qu'un culot de 77^{g} qui présentait la composition suivante : cuivre, 89,02; or, 11,33. Une autre expérience, faite dans un tube de charbon avec 39^{g} de l'alliage à 10 pour 100, nous a donné, après 5 minutes, un culot renfermant : or, 10,72 pour 100; cuivre, 89,09.

D'autres expériences ont été faites avec un alliage de 50 pour 100 d'or. Un culot de 46^{g}, qui avait perdu 2^{g} par distillation au creuset, renfermait, après l'ébullition, 50^{g},22 d'or et 49^{g} de cuivre. Une autre expérience, faite avec un lingot de 28^{g}, à 50 pour 100, dans un tube de charbon pendant 7 minutes, nous a laissé 23^{g} d'alliage renfermant 57,02 d'or et 42,81 de

(¹) Krafft et Bergfeld, *vide supra*.

(²) Roberts-Austen, *Proc. Roy. Soc.*, t. LXVII, 1900, p. 105.

cuivre. Tous ces résultats sont concordants et nous remarquerons que la distillation des alliages de cuivre et d'or, à 10 et à 50 pour 100, nous fournit toujours la même conclusion : départ du cuivre en quantité beaucoup plus grande que pour l'or. Le cuivre est donc notablement plus volatil que l'or.

Alliage d'or et d'étain. — Les alliages d'or et d'étain présentent une grande complexité; Matthiessen (¹), Heycock et Neville (²), Laurie (³), Maey (⁴) en ont étudié un certain nombre. La courbe de fusibilité de ces alliages jusqu'à 950° vient d'être établie par Rudolf Vogel (⁵).

Dans des expériences, poursuivies en collaboration avec M. O'Farelley (⁶), nous avons démontré que l'étain, qui a un point de fusion très bas, présentait un point d'ébullition très élevé.

Nous avons préparé un alliage homogène d'étain et d'or à 40 pour 100 de ce dernier métal. Nous en avons chauffé 200^g dans un creuset pendant 3 minutes avec un courant de 500 ampères sous 70 volts. D'abondantes vapeurs se sont dégagées; on les a recueillies sur le tube froid et sur les parois d'une cloche en verre mince. Après l'expérience, le culot pesait 185^g et sa composition était la suivante : or, 41,08; étain, 59,72. Par distillation l'alliage s'était enrichi en or, si bien que l'étain, quoique difficilement volatil, possède un point d'ébullition inférieur à celui de l'or.

Une deuxième expérience a été faite dans les mêmes conditions, mais pendant 4 minutes; il ne restait, dans le creuset, que 149^g de métal qui avaient pour composition : or, 45,90; étain, 53,88. Ici encore l'étain a distillé plus rapidement que l'or.

Pourpre de Cassius. — Il est assez curieux de remarquer que la poudre condensée, soit sur le tube, soit sur la cloche, possède la même couleur pourpre que les auréoles qui entouraient les petits globules d'or condensés

---

(¹) MATTHIESSEN, *Ueber die elektrische Leitfähigkeit von Legierungen* (*Pogg. Ann.*, t. CX, 1860, p. 190).

(²) HEYCOCK et NEVILLE, *On the freezing points of triple alloys of gold, cadmium and tin* (*Journ. chem. Soc.*, t. LIX, 1891, p. 936).

(³) LAURIE, *On the existence of a compound of gold and tin* (*Phil. Mag.*, 5e série, t. XXXIII, 1892, p. 94).

(⁴) MAEY, *Das spez. Volumen als Bestimmungsmerkmal chemischer Verbindungen unter den Metalllegierungen* (*Zeitschr. phys. Chem.*, t. XXXVIII, 1901, p. 292).

(⁵) RUDOLF VOGEL, *Ueber Gold-Zinnlegierungen*, t. XLVI, 1905, p. 62.

(⁶) MOISSAN et O'FARRELLEY, *Sur la distillation d'un mélange de deux métaux* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1569).

sur la chaux du four électrique à une certaine distance du creuset. Cette auréole pourpre était de l'oxyde de calcium anhydre coloré par de l'or. C'est un nouveau pourpre préparé par volatilisation de l'or et par fixation de sa vapeur sur la chaux.

Mais revenons à notre distillation de l'alliage or et étain. Lorsque le mélange de vapeurs d'or et d'étain sort à l'état gazeux du couvercle du four électrique, l'étain brûle au contact de l'air et donne de l'oxyde d'étain intimement mélangé à la vapeur d'or sur laquelle l'air atmosphérique n'a pas d'action. La substance, recueillie sur la cloche, possède la composition suivante :

$$SnO^2 : 49,15, \quad CaO : 36,93, \quad Au : 9,90.$$

Cette composition, variable pour chaque expérience, dépend de la quantité de chaux et de métaux volatilisés dans notre four électrique. Mais cette substance possède les propriétés du pourpre de Cassius et, débarrassée de la chaux par un traitement à l'acide chlorhydrique étendu, elle donne, sur les couvertes de la porcelaine, la coloration bien connue.

Cette nouvelle méthode de préparation nous a permis, en volatilisant de l'or en présence de différents oxydes, d'obtenir des pourpres variés.

L'alumine fondue avec de l'or, au four électrique, se colore en rose pâle, et par distillation du mélange, puis par condensation des vapeurs, on obtient un pourpre plus ou moins foncé. L'or en excès, restant au milieu de l'alumine fondue et qui a filtré au travers de cet oxyde, présente des cristaux très nets, en octaèdres réguliers.

De même la magnésie fondue est colorée par l'or en violet, et la condensation du mélange de vapeurs d'oxyde et de métal donne un pourpre foncé d'une teinte orangée.

La zircone fondue se colore aussi en rose ou en violet au contact de la vapeur d'or et, distillée au four électrique, fournit d'abord de la zircone blanche et bientôt un pourpre lilas.

La silice fond avant le point d'ébullition de l'or, de sorte que l'or liquide, à cause de sa densité, tombe dans la silice fondue. Aussitôt que le métal entre en ébullition, un boursouflement de toute la masse pâteuse se produit. Certains fragments intérieurs de silice ont pris une teinte violette, tandis que la partie supérieure fondue est colorée en jaune pâle et contient de petits globules d'or. La vapeur, condensée sur la cloche de verre, fournit un pourpre très fin et de belle couleur.

Ces expériences confirment les idées de Debray sur la constitution du

pourpre de Cassius (¹). Ce savant avait indiqué que ce pourpre ne formait pas une combinaison définie, mais n'était qu'une laque d'étain colorée par de l'or en poudre très fine.

Solubilité du carbone dans l'or à son point d'ébullition. — Nous avons déjà fait remarquer que, dans les expériences précédentes, lorsque l'or était maintenu en pleine ébullition dans un vase de charbon, la surface du métal, après refroidissement, était souvent recouverte d'une couche de graphite. Il semblait donc qu'à haute température ce métal pût dissoudre une certaine quantité de carbone. Pour nous en assurer, nous avons maintenu 150ᵍ d'or en pleine ébullition, dans un creuset de charbon, et nous l'avons plongé rapidement dans de l'eau froide. Dans ces conditions, on voit, au moment de sa solidification, des gaz sortir du culot métallique, puis, si l'on examine ce culot refroidi, on trouve à la partie supérieure, dans quelques géodes creusés par le départ des gaz, une petite quantité de cristaux hexagonaux de graphite, qu'il nous a été facile de caractériser par leur transformation en oxyde graphitique et pyrographitique. La grande différence de densité entre le graphite et l'or explique le départ des cristaux de carbone et fait comprendre pourquoi ils se rencontrent surtout à la partie supérieure du lingot.

Enfin, en attaquant le métal par l'eau régale, il nous est resté une petite quantité de cristaux de graphite dont certains étaient tellement ténus qu'ils possédaient le mouvement brownien.

Conclusions. — L'or distille avec facilité au four électrique; son point d'ébullition est supérieur à celui du cuivre et inférieur au point d'ébullition de la chaux. Par condensation sur un tube froid, sa vapeur produit de l'or filiforme et de petits cristaux microscopiques. Les propriétés de cet or sont les mêmes que celles de l'or en poudre.

Dans les alliages d'or et de cuivre, dans les alliages d'or et d'étain, le cuivre et l'étain distillent avant l'or. De plus, en distillant un alliage d'or et d'étain, on obtient, par voie sèche, le pourpre de Cassius. Cette préparation est générale et permet d'obtenir des pourpres avec différents oxydes tels que la silice, la zircone, la magnésie, la chaux et l'alumine.

(¹) DEBRAY, *Note sur le pourpre de Cassius* (*Comptes rendus*, t. LXXV, 1872, p. 1025).

MINÉRALOGIE. — *Les syénites néphéliniques des îles de Los (Guinée française).* Note de M. A. Lacroix.

Les îles de Los, situées non loin de la côte de la Guinée, vis-à-vis Conakry, et devenues françaises par la récente convention franco-anglaise, sont connues des minéralogistes, depuis 1887, par la découverte de syénites néphéliniques que M. Gürich a faite (¹) dans l'une d'entre elles (île Cassa). La situation géographique de ce gisement et sa composition minéralogique lui donnant un intérêt tout particulier, je me suis attaché depuis plusieurs années à réunir au Muséum un grand nombre d'échantillons de roches des îles de Los, qu'ont bien voulu faire recueillir ou recueillir, sur ma demande, M. le gouverneur Frézouls, MM. Salesses, Chevalier, Hubert et Pobéguin.

Il résulte des récoltes de ces explorateurs que toutes les îles de l'archipel de Los, grandes [îles Cassa (ou Factory), Ruma (ou Crawford), Tamara] ou petites, sont constituées par des syénites néphéliniques, superficiellement latéritisées et localement recouvertes par des grès, probablement associés à quelques bancs calcaires (Tamara). Elles sont traversées par un cortège de roches filoniennes, généralement pegmatoïdes, mais quelquefois à grains fins (²).

Toutes ces syénites néphéliniques présentent de grandes variations minéralogiques et structurelles, mais elles peuvent se grouper autour de deux types extrêmes, dont la composition chimique sera donnée plus loin;

(¹) *Zeitschr. geol. Gesell.*, t. XXXIX, 1887, p. 96.

(²) M. Gürich a signalé en outre les blocs arrondis de syénites néphéliniques, qui abondent sur la côte de l'île Tumbo où est bâtie Conakry. M. Salesses m'a donné l'assurance que nulle part ces roches ne se trouvent en place dans l'île, aujourd'hui entièrement défrichée; peut-être ces galets proviennent-ils du démantèlement de gisements situés en mer. Des galets identiques ont été recueillis en grand nombre dans la grotte de Kakimbon, près de Dubréka, en même temps que des instruments préhistoriques en hématite; aucun gisement de ces roches ne se trouvant sur la terre ferme, ils ont dû y être apportés de la côte voisine; ils ont été recherchés et utilisés à cause de leur forme arrondie et de leur surface usée par le frottement. C'est l'étude d'une importante collection provenant de ce gisement et envoyée en 1898 à mon collègue, M. Hamy, par le regretté gouverneur Ballay, qui a été le point de départ des recherches dont les résultats préliminaires constituent cette Note.

toutes sont leucocrates, les feldspaths et les feldspathoïdes ne constituent pas moins de 90 pour 100 de leur masse et souvent elles en contiennent davantage. Ces deux types extrêmes peuvent être définis d'après la nature de leur pyroxène et de leur amphibole.

Syénites néphéliniques à augite et hornblende (*type dominant dans l'île Cassa, observé à Tamara; blocs à Conakry*). — Cette roche, grise ou rosée, est tantôt uniformément grenue, tantôt porphyroïde, par suite de l'existence de grands cristaux aplatis feldspathiques, distribués dans une masse à éléments plus petits.

Le feldspath dominant est de l'orthose, généralement homogène, parfois cependant finement faculée d'albite; il englobe çà et là un peu de plagioclase (andésine basique). La *néphéline* est associée d'une façon constante à de la *sodalite*, qui prédomine dans certains échantillons, elle est parfois remplacée par de la *noséane;* ces deux minéraux sont souvent partiellement transformés en *cancrinite*, en *muscovite*, en *analcime* ou en *mésotype*.

Le pyroxène est de l'*augite œgyrinique*, verte, résultant quelquefois de la transformation d'une augite un peu violacée; l'amphibole, qui est fréquemment orientée sur lui, est une *hornblende barkévicitique*, brunâtre ou verdâtre, en lames minces. Dans quelques échantillons, elle est associée à de la *biotite* (inclusions réticulées de *rutile*).

Il existe en outre une très grande quantité de *sphène*, un peu de *titanomagnétite*, parfois de *mélanite*. Enfin, il me reste à signaler la fréquence de grandes baguettes de *rinkite*.

Quand la roche est grenue, les métasilicates, la sodalite et une partie de la néphéline sont englobés par l'orthose; quand elle est porphyroïde, au contraire, ces minéraux prennent une forme granulitique et enveloppent les grands cristaux de feldspath potassique et de noséane (ponctués de magnétite) : il y a là tendance à la production d'une microsyénite à grands éléments qui n'est jamais réalisée complètement. Les minéraux ferrugineux et titanifères de la roche forment fréquemment de petits nids au milieu des éléments blancs.

Au sud et à l'ouest de Cassa, ainsi que dans l'est de Tamara, se rencontre une variété de ce type pétrographique, qui est dépourvue de pyroxène et dans laquelle la barkévicite est soit pœcilitique avec les éléments blancs finement grenus (variétés porphyroïdes à Cassa), soit allongée suivant l'axe vertical (variété grenue à Tamara).

Syénites néphéliniques à œgyrine. — Ce type est de beaucoup le plus

intéressant; il constitue Ruma et existe aussi dans les autres îles; on le retrouve parmi les blocs de Conakry.

Les feldspaths sont formés par des associations microperthitiques ou faculées d'*orthose* (parfois d'anorthose) et d'*albite*. La *néphéline* prédomine sur la *sodalite;* elle est plus abondante que dans le type précédent.

Le pyroxène est de l'*ægyrine,* présentant deux variétés, l'une verte, l'autre jaune, souvent réunies dans un même cristal, irrégulièrement zoné. L'amphibole, d'un vert bleuâtre, est une *arfvedsonite*. Ces deux minéraux sont accompagnés par de la *låvénite* et généralement par de l'*astrophyllite.* La låvénite, au lieu de constituer comme d'ordinaire, un élément microscopique rare, est aussi abondante que l'ægyrine et atteint souvent d'aussi grandes dimensions; elle se distingue à l'œil nu par sa couleur brun rouge rappelant celle du sphène. Ce minéral a des formes nettes, au moins dans la zone verticale (m, h^1); ses cristaux sont aplatis et maclés polysynthétiquement suivant h^1; leur pléochroïsme est le même que celui de la låvénite de Norvège ($n_g > n_m > n_p$); je n'ai point constaté le pléochroïsme anormal indiqué par M. Gürich.

Il faut citer en outre la *fluorine*, la *galène* et enfin la *cancrinite* (épigénisant parfois la presque totalité de la néphéline), le *grossulaire* rosé et l'*analcime.* Ce n'est que dans une variété de cette syénite (blocs de Conakry), que j'ai rencontré la låvénite associée au sphène et à la rinkite; ces minéraux s'excluent dans les types normaux.

La structure est essentiellement foyaïtique; les feldspaths sont très aplatis suivant g^1 (010); dans les roches à grands éléments, ils s'enchevêtrent et sont moulés par les autres minéraux. Dans les syénites à grains fins, ils ressemblent à d'énormes microlites qu'enveloppent ophitiquement l'arfvedsonite, l'astrophyllite, parfois la låvénite et l'ægyrine; ceux-ci sont moulés à leur tour par la fluorine. Enfin, de grandes plages de néphéline et de sodalite englobent le tout. Il est important de signaler cet âge récent anormal de la låvénite, qui se trouve même quelquefois dans les druses des filons pegmatoïdes.

Filons pegmatoïdes. — Ces filons, qui constituent l'une des particularités les plus intéressantes de ces gisements, atteignent 1^m d'épaisseur; leurs bords sont souvent à plus grands éléments que le centre; ils sont très variés au point de vue de leur composition minéralogique qui, en général, est en rapport avec celle de la roche qu'ils traversent. Il est vraisemblable que leur étude détaillée sur le terrain y fera découvrir de nombreux minéraux

rares; je poursuis d'ailleurs l'étude de plusieurs d'entre eux, que je n'ai pu identifier avec aucune espèce connue.

Je signalerai seulement quelques-uns de ces filons comme exemple. Une pegmatite à orthose brunâtre, à sodalite bleu lavande et à néphéline rosée se trouve près du village de Cassa; ses éléments atteignent 4^{cm} de plus grande dimension. A Tamara (route de Footabar à Rockbané) et au sud de Cassa, d'autres pegmatites sont caractérisées par d'énormes cristaux de barkévicite, d'orthose et de néphéline. A Ruma, des filons sont riches en néphéline verdâtre; la structure foyaïtique y est exagérée. De très larges lames d'astrophyllite, des cristaux de lâvénite, d'ægyrine, en partie de formation récente (pneumatolitique), s'isolent dans des cavités, souvent imparfaitement remplies par de la fluorine et de l'analcime.

Les filons à grains fins qui accompagnent les précédents ne sont pas moins variés; ils restent toujours voisins des syénites au point de vue de la composition chimique; on n'y rencontre ni roches plus basiques, ni roches plus acides que celles-ci. Les uns, granulitiques, ne contiennent, en fait d'élément coloré, que de la *biotite* qui, souvent, enveloppe pœcilitiquement les grains d'orthose et de nephéline; j'y ai observé un minéral triclinique, qui paraît devoir être rapporté à la *hjortdhalite;* les autres, aphanitiques, ont une composition analogue, avec, en outre, quelques phénocristaux d'orthose.

Les analyses suivantes, faites par M. Pisani, correspondent à la syénite à augite et barkévicite de Cassa (*a*), à la syénite à ægyrine de Ruma (*b*), et enfin, à un filon aphanitique de Cassa (*c*).

	a.	*b.*	*c.*
SiO^2	55,95	56,10	55,55
TiO^2	1,60	0,21	0,26
ZrO^2	»	0,31	»
Al^2O^3	20,10	21,80	23,70
Fe^2O^3	0,91	2,26	2,27
FeO	1,98	0,87	1,73
MnO	»	0,58	0,66
MgO	1,20	0,83	0,93
CaO	2,66	0,88	0,86
Na^2O	5,58	9,85	8,35
K^2O	7,60	4,35	3,92
Cl	0,16	0,45	»
Perte au feu	2,52	1,66	2,64
	100,16	100,15	100,87

Les analyses *a* et *b* montrent quel important retentissement a sur la composition minéralogique de ces syénites leurs différences de composition chimique : prédominance de l'albite et de la néphéline dans *b*, qui est plus sodique que *a*, dans laquelle domine la potasse et, par suite, l'orthose ; abondance de la lâvénite dans la syénite la plus sodique (*b*) et au contraire du sphène et de la rinkite dans *a*, qui est à la fois plus riche en titane et en chaux ; enfin, production d'augite et de barkévicite dans cette même roche plus calcique, plus magnésienne et plus riche en oxyde ferreux que *b*, dans laquelle le fer se trouve surtout à l'état d'oxyde ferrique (ægyrine).

La richesse en éléments blancs de ces syénites néphéliniques rendait particulièrement intéressante l'étude du produit de leur latéritisation. A Tamara, notamment, il constitue des masses caverneuses, jaunâtres, rappelant les cargneules. L'examen microscopique montre que la roche n'est plus constituée que par des cristaux lamelleux d'*hydrargyllite*, tous les éléments chimiques de la roche intacte ont disparu à l'exception de l'alumine et d'un peu de fer ; le résultat ultime de la décomposition de cette roche à feldspathoïdes et à feldspaths alcalins est donc identique à celui de la latéritisation des gabbros basiques de la côte de Guinée que j'ai antérieurement décrit, avec cette réserve toutefois que les minéraux ferrugineux abondants dans ces derniers ont laissé leur trace dans la latérite sous forme de limonite. Dans quelques cas, l'hydrargyllite des îles de Los est accompagnée d'un peu d'allophane. Si les échantillons que j'ai examinés ne constituent pas des types exceptionnels, cette latérite est assez pauvre en fer pour pouvoir être considérée comme un minerai convenable d'aluminium.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *L'accoutumance des abeilles et la couleur des fleurs.* Note de M. **Gaston Bonnier**.

Beaucoup d'auteurs prétendent que la vive coloration des fleurs a pour rôle d'attirer les Insectes mellifères, et en particulier les Abeilles, vers le nectar, liquide sucré qui perle souvent au fond des corolles. Cette attraction des Abeilles par la couleur aurait pour effet principal d'engager les Insectes à venir puiser le nectar dans la fleur afin d'opérer la pollinisation croisée entre la fleur d'une plante et une fleur appartenant à une autre plante de la même espèce.

D'autres auteurs, parmi lesquels je suis le premier en date ([1]), ont soutenu au contraire que la couleur des fleurs est sans effet attractif sensible sur les Abeilles, et que celles-ci, bien qu'elles sachent parfaitement distinguer les couleurs, ne se préoccupent pas autrement du vif coloris des corolles ; ils admettent que, tout en étant guidées par la vue vers les objets dont elles ont reconnu la forme et la place, elles sont surtout conduites par un sens spécial assez analogue à l'odorat pour trouver le liquide sucré partout où il se produit, que ce soit dans les fleurs, en dehors des fleurs, sur des feuilles ou même sur un objet quelconque.

Cette question, posée en 1793 par Christian Conrad Sprengel, avait provoqué, il y a environ 30 ans, de très nombreuses observations et de beaucoup moins nombreuses expériences. Elle a été agitée à nouveau dans ces dernières années par divers auteurs dont les uns obtiennent des résultats absolument inverses de ceux publiés par les autres ([2]).

C'est ce qui m'a engagé à reprendre des recherches que j'avais publiées sur ce sujet en 1879 pour voir s'il ne serait pas possible d'expliquer de pareilles contradictions.

Les observations et les expériences *biologiques* sont extrêmement délicates et l'on s'expose à de singulières méprises si l'on ne cherche à prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter les erreurs d'interprétation. C'est ainsi que, lorsqu'il s'agit d'observer les Abeilles et d'instituer des expériences à leur sujet, il est nécessaire que l'observateur ou l'expérimentateur ait acquis par la pratique de l'apiculture une connaissance approfondie des mœurs des Abeilles. Ces conditions essentielles ont fait malheureusement défaut à la plupart des auteurs qui se sont occupés de la question actuelle.

Les Abeilles, comme d'ailleurs beaucoup d'autres Insectes mellifères, ont une organisation sociale dont il faut tenir compte; elles appliquent d'une façon merveilleuse le principe de la division du travail qui constitue un facteur important dans les observations ou les expériences à faire. Il en résulte, entre autres conséquences, que, lorsque les butineuses sont

---

([1]) Gaston Bonnier, *Les Nectaires* (*Annales des Sciences naturelles : Botanique*, 1879).

([2]) On peut citer en faveur du rôle prépondérant des couleurs : Aug. Forel (1901), Andreae (1903), M[lle] Wery (1904); et en faveur du rôle nul ou peu important des couleurs : Mac Leod (1894), Félix Plateau (1895-1905).

employées à un travail déterminé, elles ne se dérangent que très difficilement de ce travail pour une cause nouvelle que l'on fait intervenir, et cette sorte d'*accoutumance* acquise pour une occupation précise peut entraîner l'observateur, s'il n'en tient pas compte, à admettre des résultats entièrement erronés.

Au point de vue qui nous occupe, il faut aussi savoir que la même expérience pourra donner des résultats très différents suivant l'heure de la journée où l'on opère.

En effet, parmi les ouvrières qui sortent de la ruche, il faut distinguer les butineuses proprement dites et celles qui sont désignées sous le nom de *chercheuses*. Celles-ci, au lieu d'aller droit à un but déterminé, ont un vol d'une allure toute différente et recherchent çà et là sur tous les objets, quelle que soit leur forme ou leur couleur, les points où pourrait se trouver une substance à récolter : substances sucrées, nectar, miellée des feuilles, pollen, eau, bourgeons des arbres pouvant servir à former la propolis, etc., afin de les indiquer à la colonie pour le travail de la journée. Or les ouvrières auquel est dévolu le rôle de chercheuses sont très nombreuses au premier matin, alors que les Abeilles commencent à sortir de la ruche, de moins en moins nombreuses à mesure que la matinée s'avance; enfin, sauf des cas exceptionnels, il n'y en a plus vers la fin de la journée. Ces chercheuses ont peu à peu toutes pris le rôle de butineuses.

Il en résulte que, si l'on place dès le matin à une certaine distance des ruches une substance sucrée ou une plante fleurie nectarifère nouvelle qui ne se trouvait pas la veille à cette place, les chercheuses la découvriront rapidement, et il s'organisera un va-et-vient de butineuses entre la ruche et l'endroit où se trouve la substance à recueillir; si l'on fait la même expérience dans l'après-midi, au moment où il n'y a plus de chercheuses, les butineuses ne se dérangeront pas de leur travail habituel et on ne les verra pas venir sur ces substances sucrées. Ainsi donc, on pourrait être amené à conclure que la même matière nutritive n'exerce aucune attraction sur les Abeilles (lorsqu'on opère à une certaine heure) ou, au contraire, les attire avec intensité (si l'expérience est disposée à une heure différente).

Ces remarques permettent déjà d'expliquer la contradiction formelle qui existe entre les auteurs concluant de leurs expériences que le miel attire les Abeilles et ceux qui prétendent qu'au contraire le miel n'exerce sur elles aucune action attractive sensible.

Je citerai, à ce sujet, les expériences suivantes que j'ai faites un grand

nombre de fois soit près d'un rucher situé dans les montagnes à 1500^{m} d'altitude, soit non loin d'un rucher situé en Normandie, soit encore près du rucher du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau.

Par une belle journée et dans une saison où les Abeilles butinent activement sur la végétation environnante, des quantités égales et déterminées de miel sont déposées sur des cartons diversement colorés ou ayant exactement la même couleur que le sol ou l'herbe sur laquelle ils sont placés. Ces cartons sont disposés à des distances diverses du rucher, les premiers sont installés à côté même des ruches, les autres sont à diverses distances soit en évidence, soit dissimulés sous les feuillages.

Le résultat général de ces expériences a toujours été le même. En premier lieu, si les cartons portant du miel sont placés vers le milieu de l'après-midi, le plus souvent, aucune Abeille n'y est observée; le lendemain matin, peu de temps après la première sortie des Abeilles, tous les cartons portant du miel sont trouvés par les chercheuses et rapidement le miel est enlevé. La seule relation entre le temps employé à trouver puis à enlever le miel et la nature ou la position des cartons est que le miel est moins vite trouvé et butiné sur les cartons très éloignés des ruches que sur ceux qui en sont plus proches, et encore le miel placé tout près des ruches n'est-il souvent pris qu'après celui qui est situé à 10^{m} ou 20^{m}. Quant aux couleurs des divers cartons portant le miel, que la teinte soit rouge, blanche, bleue, verte, noire, jaune, brune, qu'elle soit identique à celle du sol ou qu'elle se détache nettement sur ce fond, il est impossible de trouver aucune relation entre la couleur et le temps qui s'écoule avant l'apparition de la première Abeille ou le nombre des butineuses, par minute, venant enlever le miel.

Si des cartons semblables et portant du miel sont disposés à de nouvelles places, avant le lever du soleil, par une belle journée mellifère, le miel qu'ils portent est rapidement enlevé. Si les cartons sont mis à de nouvelles places vers la fin de la matinée, alors qu'il se trouve encore un certain nombre de chercheuses, le miel est enlevé après un temps plus ou moins long, qui varie le plus souvent entre une demi-heure et 3 heures pour une distance de 100^{m}.

On comprend d'ailleurs, par ce qui vient d'être dit, que des expériences de cette nature ne peuvent en aucun cas présenter des résultats absolument précis, même si l'on se limite à l'observation des Abeilles. En effet, non seulement toutes les butineuses ne sont pas exactement identiques, non seulement leurs allées et venues dépendent du travail qu'elles ont résolu d'exécuter dans la journée et pour lequel elles se répartissent suivant la nature, la distance ou l'abondance des plantes mellifères, mais encore chaque colonie d'Abeilles a son individualité propre et toutes les colonies ne sont pas semblables. Il suffit, pour s'en rendre compte, de citer le fait suivant, parmi les nombreuses remarques analogues qui peuvent être notées. En 1905, une série de ruches très semblables se trouvant à l'arrière-saison, toutes les colonies étaient au repos et il n'y avait presque aucune allée et venue de butineuses; seule, une ruche faisait exception, manifestant une activité très grande. En suivant les butineuses de cette colonie, il fut facile de s'apercevoir qu'elles allaient à plus de 2^{km} sur les fleurs d'un champ de Moutardes. Ainsi, les chercheuses de cette colonie, plus habiles que celles des autres ruchées, avaient su découvrir cette source de liquide sucré; de plus, aucune des autres

colonies n'avait profité de cette indication et n'avait cherché à imiter les butineuses de leur voisine. Des exemples de ce genre font comprendre la difficulté de ces recherches biologiques.

Pour constater l'influence que peut exercer l'accoutumance des Abeilles, j'ai fait cette année un certain nombre d'expériences, parmi lesquelles je citerai les suivantes :

Expériences sur les abeilles récoltant de l'eau. — Je me suis proposé de chercher si, lorsque les Abeilles vont récolter de l'eau, elles se dérangeaient de cette occupation pour recueillir le miel ou le sirop de sucre qu'on met à leur portée, à l'endroit même où elles vont recueillir l'eau nécessaire à la préparation de la nourriture des larves, à un moment de la saison où il y a peu de plantes mellifères dont le nectar aqueux pourrait leur servir à cet usage.

Le bassin où les Abeilles ont l'habitude d'aller pomper de l'eau, peu loin du rucher près duquel étaient faites les observations, était presque entièrement recouvert de feuilles de Potamot. Par une belle journée, j'ai disposé soit des gouttes de miel, soit des gouttes de sirop de sucre : 1° sur des flotteurs de diverses couleurs placés entre les feuilles de Potamot et très visibles; 2° sur les feuilles flottantes de Potamot, aux endroits mêmes où les butineuses se posent pour se placer sur leurs bords en inclinant leur corps afin de puiser de l'eau dans le bassin; 3° dans des fleurs colorées non nectarifères, mais rendues artificiellement mellifères à l'aide de miel ou de sirop de sucre et également placées sur des flotteurs.

Les choses ayant été ainsi disposées au commencement de l'après-midi, les butineuses ont continué à venir en grand nombre pour faire leur provision d'eau, mais aucune n'a touché au miel ni au sirop de sucre. Les divers objets (flotteurs, feuilles de Potamot, fleurs colorées) qui, les uns et les autres, présentaient à ces Abeilles les substances sucrées, sont restés parfaitement intacts jusqu'à la tombée de la nuit. Les butineuses, étant accoutumées à aller chercher de l'eau, ne rapportaient pas de sucre. On pourrait presque dire que, commandées par la colonie pour exécuter un travail déterminé : recherche de l'eau, elles ne s'en détournent pas pour un autre travail : recherche du sucre.

Le lendemain matin, les mêmes objets étaient disposés de la même manière sur le bassin, mais à des places nouvelles; avant le lever du soleil, quelques instants après la première sortie des Abeilles, tout le miel et tout le sucre étaient enlevés; les substances sucrées avaient été immédiatement signalées par les chercheuses.

J'ai fait aussi une série d'expériences inverses. Dans une journée de la même saison où les Abeilles allaient en grand nombre chercher de l'eau, j'ai placé un récipient plein d'eau et garni de feuilles de Potamot à la portée de butineuses visitant les fleurs de Bruyère (*Calluna vulgaris*); celles-ci n'ont pas quitté leur travail de récolte, bien que l'apport de l'eau eût été très nécessaire à la colonie en ce moment.

Expériences faites avec la miellée des feuilles. — J'ai fait des expériences tout à fait analogues aux précédentes, au moment où les branches des arbres produisaient en abondance de la miellée ou miellat, exsudation sucrée des feuilles, parfois produite par la plante elle-même, beaucoup plus souvent due à la piqûre de pucerons.

Lorsque les butineuses se rendent en grande masse sur les hautes branches des arbres pour aller recueillir cette miellée des feuilles, elles ne sont certes pas attirées par la couleur des fleurs, les arbres n'étant pas fleuris pendant la saison de la miellée.

Si, dans l'après-midi, au milieu des branches sur les feuilles desquelles les Abeilles vont recueillir la miellée, on place des fleurs mellifères très visibles, telles que des Mélilots, par exemple, les butineuses continuent à aller toutes sur les feuilles des arbres que leur couleur verte ne distingue pas des autres feuilles sans miellée, et aucune ne se rend sur les fleurs des Mélilots, dont le nectar abondant est bien plus précieux pour les Abeilles que la miellée des feuilles. L'expérience inverse donne les mêmes résultats.

En terminant cette Note je rappellerai un fait bien connu de tous les apiculteurs, au sujet de l'accoutumance des Abeilles. Si dans la journée, pendant qu'un grand nombre d'ouvrières sont sorties, on déplace leur ruche latéralement, de 2^m seulement par exemple, en la remplaçant par un tabouret recouvert d'un plateau, on verra les butineuses, au retour de la récolte, venir à l'ancienne place de la ruche; elles s'accumuleront sur le plateau sans savoir retrouver l'entrée de leur demeure qui est à deux pas de là. Il serait difficile de conclure de cette expérience très simple que les Abeilles préfèrent ne pas être abritées dans une ruche. C'est cependant à ce non-sens qu'aboutirait une observation pure et simple des faits.

En résumé, l'accoutumance des Abeilles à un travail déterminé d'avance intervient comme un facteur important dans toutes les observations faites sur les relations entre les fleurs et ces Insectes mellifères.

Les quelques expériences que je viens de citer, en tenant compte de

cette accoutumance et aussi de la division du travail chez les Abeilles, confirment ce fait général que la couleur des fleurs n'exerce pas une attraction sensible sur les butineuses. Je reviendrai sur cette dernière question dans une prochaine Note, en donnant les résultats relatifs à d'autres expériences.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Deux Volumes et un Atlas de *Documents scientifiques de la Mission saharienne, Mission Foureau-Lamy*, par F. Foureau, chef de la Mission.

ASTRONOMIE. — *Observations spectroscopiques faites pendant l'éclipse totale du* 30 *août* 1905. Note de M. **P. Salet**, présentée par M. Lœwy.

Dans une Note précédente nous avons exposé les résultats de nos recherches concernant principalement la polarisation et la spectropolarisation de la couronne; nous donnons aujourd'hui les longueurs d'onde des raies spectrales observées, ainsi que la description de photographies de la couronne.

L'un des spectroscopes employés était réglé pour la partie visuelle du spectre; l'autre, construit en quartz et en spath, pour l'ultra-violet. Les fentes bissectaient des images du Soleil fournies par deux héliostats et deux collimateurs. Les châssis ont été ouverts quelques secondes après le deuxième contact et fermés dix secondes avant le troisième.

La fente du premier spectroscope s'est trouvée traverser un groupe important de protubérances. Le spectre correspondant à ce côté du Soleil donne les raies suivantes dont nous donnons les noms, la position approchée, la longueur d'onde exacte probable et l'origine.

D_3...	587,5	587,49	Helium.	*h*...	410,1	410,12	H
»...	530,3	530,33	Coronium	»...	407,7	407,70	Ca
F....	486,1	486,06	H	»...	402,5	»	?
»....	447,0	{ 447,12	Ce	H..	396,8	396,79	Ca
		{ 446,85	Ti	K..	393,3	393,28	Ca
G'...	434,0	434,01	H	»..	388,5	388,70	H?
»....	421,5	421,53	Ca	L...	382,5	382,00	Fe?

Le spectre de l'autre côté de la couronne ne présente que la raie du coronium et les raies H et K du calcium. Parmi toutes ces raies, seule la raie du coronium, qui s'élève à plus de 4′ du limbe du Soleil et ne descend pas jusqu'à celui-ci, semble d'origine vraiment coronale. Les autres, plus fortes à leur base et beaucoup plus courtes, nous paraissent représenter le spectre de la chromosphère supérieure et des protubérances. Elles correspondent d'ailleurs aux plus fortes raies chromosphériques données par Young, à l'exception toutefois de la raie 402,5 qui ne correspond à aucune raie connue. Cette raie a pourtant déjà été observée dans la chromosphère inférieure au moyen du prisme objectif (Donitch, *Bulletin astronomique,* 1904).

La photographie du spectre ultraviolet qui s'étend jusque vers λ 308 est très riche en radiations brillantes : nous avons pu en identifier facilement 22; mais, en raison du mauvais fonctionnement de l'héliostat, nous ne pouvons rien affirmer sur leur hauteur.

Huit de ces raies correspondent aux fortes raies du titane dans le spectre solaire; ce sont celles dont les positions approchées sont :

λ 339,3   338,2   337,1   335,9 (P.)   333,9   324,0   321,7   316,2

La plupart des autres peuvent se rapporter au fer ou à l'hydrogène. Toutes ces raies doivent provenir, comme pour la partie visuelle, de la chromosphère supérieure. Pourtant une raie située vers 345,5 correspond à la raie coronale 345,6 déjà signalée. Enfin deux nouvelles raies, 331,5 et 327,1, dont la seconde est très brillante, ne semblent correspondre à aucune raie connue; mais nous ne pouvons rien affirmer sur leur nature coronale ou chromosphérique.

Les photographies de la couronne ont été obtenues avec deux objectifs à deux verres et à court foyer de $10^{cm},5$ et $9^{cm},5$ d'ouverture montés sur des appareils fixes, et avec des temps de pose ne dépassant pas 3 secondes.

Ces photographies montrent de nombreux jets coronaux qui s'étendent parfois jusqu'à plus de deux diamètres du bord du Soleil; quelques-uns sont nettement recourbés. Sur les clichés peu posés, on aperçoit une curieuse correspondance entre deux de ces jets et les deux plus belles protubérances.

Enfin nous pouvons remarquer que sur tous ces clichés la Lune paraît nettement plus noire que le fond du Ciel à quelque distance de la couronne.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète Giacobini*. Note de M. **Giacobini**, présentée par M. Bassot.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les observations, les éléments et l'éphéméride de la nouvelle comète que j'ai rencontrée le 6 décembre 1905, à l'aide de l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice :

Éléments de la comète calculés à l'aide des observations des 6, 7 et 8 décembre 1905, faites à Nice.

T = 1906 janvier 31,620 Paris,

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 171^\circ.23',7 \\ \Omega &= 89.42,0 \\ i &= 42.44,3 \end{aligned}\right\} 1905,0.$$

$\log q = \bar{1},72728$

Éphéméride pour 12ʰ (temps moyen de Paris).

Dates. 1905.	α.	δ.	log Δ.	E.
Décembre 6.......	14ʰ.20ᵐ.47ˢ	+21°. 4',8	0,1815	1,00
10.......	14.39.53	+19.15,0	0,1667	1,18
14.......	14.59.49	+17.12,9	0,1511	1,42
18.......	15.20.30	+14.57,3	0,1371	1,73
22.......	15.41.51	+12.27,3	0,1251	2,04
26.......	16. 3.49	+ 9.44,0	0,1153	2,45

Observations de la comète.

Dates. 1905.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δ℘.	Nombre de compar.	⋆.	Obs.
Déc. 6.....	16ʰ.53ᵐ.40ˢ	+0ᵐ.33ˢ,41	+2'.38",9	12 : 10	*a*	G
7.....	16.51.36	−2. 9,09	+1. 0,1	15 : 10	*b*	G
7.....	16.53.39	−2. 8,49	+1. 0,1	27 : 18	*b*	J
8.....	16.49.19	−1.56,34	+6.40,3	6 : 4	*c*	J

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1905,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a........	Berlin B, 5071	14ʰ.21ᵐ. 5ˢ,31	+0ˢ,70	68°.57'.42",6	+9",7
b........	Berlin B, 5096	14.28.29,72	+0,70	69.25.43,5	+9,2
c........	Berlin B, 5116	14.33. 3,66	+0,71	69.47. 9,9	+9,0

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1905.	α apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Déc. 6..........	14.21.39,42	$\bar{1},622_n$	69. 0.31,2	$0,680_n$
7..........	14.26.21,32	$\bar{1},624_n$	69.26.52,8	$0,682_n$
7..........	14.26.21,93	$\bar{1},624_n$	69.26.52,8	$0,682_n$
8..........	14.31. 8,03	$\bar{1},625_n$	69.53.59,2	$0,691_n$

Nota. — Les lettres G et J désignent respectivement les observateurs Giacobini et Javelle; le premier observant à l'équatorial coudé de $0^m,40$ d'ouverture, le second au grand équatorial de $0^m,76$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence des fractions continues régulières de la fonction* F$(h, 1, h', u)$ *et de ses dégénérescences*. Note de M. **H. Padé**, présentée par M. Émile Picard.

1. L'expression que j'ai fait connaître (*Comptes rendus*, 20 novembre 1905), du reste $V_{\mu\nu} F(h, 1, h', u) - U_{\mu\nu}$ relatif à la réduite (μ, ν) de la fonction hypergéométrique $F(h, 1, h', u)$, donne le moyen d'étudier la convergence des fractions continues régulières, que nous avons appris à former antérieurement, de cette fonction. Ces fractions sont :

1° Les fractions (F_1) dont les réduites correspondent à des points situés sur une même parallèle quelconque à l'axe des ν; la série équivalente à la première de ces fractions est la série $F(h, 1, h', u)$ elle-même;

2° Les fractions (F_2) dont les réduites correspondent aux points situés sur l'une quelconque des parallèles à la bissectrice des axes μ, ν, et dont les équations sont $y - x = p$, $(p = -1, 0, 1, 2, 3, \ldots)$;

3° Les fractions (F_3) dont les réduites correspondent à des points s'éloignant sans cesse des axes de coordonnées et formant les sommets d'une ligne brisée dont les côtés, égaux à l'unité de longueur, sont alternativement parallèles aux axes des μ et des ν, de façon à dessiner une sorte d'escalier montant dans la direction de la bissectrice de l'angle des axes. La première de ces fractions est la fraction bien connue de Gauss pour la fonction $F(h, 1, h', u)$.

On trouve les résultats suivants :

Les fractions continues (F_1) *sont convergentes dans le cercle qui a l'origine*

pour centre et l'unité pour rayon, et divergentes hors de ce cercle; dans le cercle, elles convergent vers $F(h, 1, h', u)$.

Les fractions continues (F_2) *et* (F_3) *sont convergentes dans le plan coupé suivant la droite* $+1\ldots+\infty$, *et ont pour limite la fonction* $F(h, 1, h', u)$ *et son prolongement analytique.*

2. Ces résultats se transportent immédiatement à la série

$$f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \ldots$$

satisfaisant formellement à l'équation

$$(\beta_1 + \beta_0 x) x \frac{df}{dx} - (\beta_1 - \alpha_1 - \alpha_0 x) f = (\alpha_1 - \beta_1) a_0,$$

où β_0 et β_1 sont supposés différents de zéro; le domaine D de convergence des fractions (F_1) devient le cercle qui a l'origine pour centre et dont la circonférence passe par le point dont l'affixe est $-\frac{\beta_1}{\beta_0}$; celui (D') des fractions (F_2) et (F_3) devient le plan coupé suivant le prolongement (C), au delà du point d'affixe $-\frac{\beta_1}{\beta_0}$, de la droite qui va de l'origine à ce point.

3. Si l'on fait tendre β_0 vers zéro, les deux domaines (D) et (D') s'étendent à tout le plan; dans ce cas, on peut établir que *toutes les fractions continues holoïdes de la fonction* $f(x)$ *sont convergentes dans tout le plan;* on se trouve en présence d'une généralisation du cas connu de la fonction exponentielle; on a, en effet,

$$f(x) = 1 + \frac{ax}{m+1} + \frac{a^2 x^2}{(m+1)(m+2)} + \ldots,$$

les constantes a et m étant définies par les équations $\beta_1 a + \alpha_0 = 0$, $\beta_1 m + \beta_1 - \alpha_1 = 0$.

4. Supposons, maintenant, que ce soit β_1 qui tende vers zéro. Alors, le domaine (D) se réduit à un point; toutes les fractions (F_1) deviennent divergentes dans tout le plan, sauf à l'origine; la série $f(x)$, qui est équivalente à la première de ces fonctions continues, est la série divergente

$$1 + (m+1)\frac{x}{a} + (m+1)(m+2)\frac{x^2}{a^2} + \ldots,$$

où $\beta_0 a + \alpha_1 = 0$, $\beta_0 m + \beta_0 - \alpha_0 = 0$.

La coupure (C) *du domaine* (D') *devient une demi-droite issue de l'origine et contenant le point d'affixe* a. C'est dans le plan ainsi coupé que sont con-

vergentes les fractions (F_2) et (F_3). Dans ce domaine, elles convergent d'ailleurs vers la fonction

$$\int_0^{\infty} \frac{e^{-t}\,dt}{\left(1-\frac{x}{a}t\right)^{m+1}},$$

dont le développement par la série de Taylor donnerait la série divergente $f(x)$; et l'on a la formule

$$V_{\mu\nu}\int_0^{\infty} \frac{e^{-t}\,dt}{\left(1-\frac{x}{a}t\right)^{m+1}} - U_{\mu\nu} = \frac{\Gamma(m+\nu+2)}{\Gamma(m+1)}\left(\frac{x}{a}\right)^{\mu+\nu+1}\int_0^{\infty} \frac{e^{-t}t^{\mu}\,dt}{\left(1-\frac{x}{a}t\right)^{m+\nu+2}},$$

où les intégrations sont faites le long de cet axe réel, et l'on prend zéro pour argument initial de $1-\frac{x}{a}t$. Cette formule peut d'ailleurs être établie directement au moyen d'intégrations par parties convenablement dirigées.

Ces derniers résultats apportent, comme on voit, une contribution à l'étude des séries entières divergentes, en montrant nettement comment *la Table des réduites d'une fonction définie par une équation linéaire du premier ordre comporte des catégories de fractions continues dont les domaines de convergence ne sont pas nécessairement les mêmes :* les unes, et, parmi elles, celle qui a pour série équivalente le développement formel en série entière de la fonction, pouvant être divergentes dans tout le plan, sauf à l'origine; les autres étant au contraire convergentes, et ayant pour valeur la fonction, dans tout le plan coupé suivant une certaine demi-droite issue de l'origine.

Le résultat connu de Laguerre relatif à la convergence d'une fraction continue *canonique* correspondante à une série entière en $\frac{1}{x}$ divergente s'obtient immédiatement comme cas particulier des formules précédentes.

MÉCANIQUE. — *Sur le problème du mouvement d'un ellipsoïde fluide homogène dont toutes les parties s'attirent suivant la loi de Newton.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

Considérons le mouvement d'une masse fluide *homogène* en supposant que *sa surface libre, soumise à une pression extérieure constante, conserve toujours la forme d'un ellipsoïde de révolution dont le centre* O *reste immobile dans l'espace.*

Envisageons un trièdre mobile (A) dont les arêtes $O\xi$, $O\eta$, $O\zeta$ coïncident avec les axes de l'ellipsoïde.

Décomposons le mouvement du liquide dans les deux mouvements suivants : en mouvement d'entraînement, se réduisant à la rotation du système (A) autour du centre de l'ellipsoïde, et en mouvement relatif par rapport au système (A).

Je vais donner, dans ce qui va suivre, la solution complète du problème suivant :

Trouver tous les cas possibles du mouvement d'un ellipsoïde fluide de révolution, où les composantes u_r, v_r, w_r *suivant les axes mobiles* ξ, η, ζ *de la vitesse relative du point* (ξ, η, ζ) *du liquide s'expriment en fonctions linéaires et homogènes des variables* ξ, η, ζ.

Il faut distinguer deux cas différents :

1. La surface libre du liquide conserve toujours la forme d'un ellipsoïde aplati, c'est-à-dire

$$a > c,$$

$a = b$, c étant les demi-axes de l'ellipsoïde.

2. La surface libre du liquide conserve toujours la forme d'un ellipsoïde allongé, c'est-à-dire

$$a < c, \qquad a = b.$$

Dans la première supposition (ellipsoïde aplati) *il n'existe qu'un seul cas possible du mouvement et rien qu'un, à savoir le cas bien connu de Dirichlet.*

Dans la seconde (ellipsoïde allongé) *le problème admet trois solutions différentes.*

A la première solution correspond le mouvement tout à fait analogue à celui de l'ellipsoïde aplati, à savoir *le mouvement de Dirichlet.*

Quant aux deux autres solutions, elles me semblent nouvelles et méritent une attention particulière.

Riemann, dans son Mémoire connu : *Uber die Bewegung eines flüssigen gleichartigen Ellipsoïdes,* a énoncé la proposition suivante :

Es hat sich also ergeben, dass mit der Beständigkeit der Gestalt nothwendig eine Beständigkeit der Bewegungszustandes verbunden ist, d. h. dass allemal, wenn die flüssige Masse fortwährend denselben Körper bildet, auch die relative Bewegung aller Theile dieses Körpers immerfort dieselbe bleibt. Die absolute Bewegung im Raume kann man sich in diesem Falle aus zwei einfacheren zusammengesetzt denken, indem man sich zuerst der flüssigen Masse eine innere Bewegung ertheilt denkt, bei welcher sich die Flüssigkeittheilchen in ähnlichen, parallelen und

auf einem Hauptschnitte senkrechten Ellipsen bewegen, und dann dem ganzen System eine gleichförmige Rotation um eine in diesem Hauptschnitte liegende Axe.

Riemann n'a pas donné une démonstration détaillée de cette proposition. En l'étudiant plus attentivement, j'ai trouvé qu'*elle reste exacte seulement sous la condition que le produit*

$$\delta = (b - c)(c - a)(a - b)$$

soit différent de zéro, et cesse de l'être, lorsque δ *s'annule, ce qui a lieu dans le cas de l'ellipsoïde de révolution.*

Les deux solutions mentionnées plus haut en représentent justement les exemples.

Dans ces deux cas, le mouvement d'entraînement se réduit à la rotation de l'ellipsoïde, comme s'il était un corps solide, *autour de son centre; mais cette rotation* n'étant pas uniforme, *l'axe instantané de rotation* n'est pas situé, en général, dans un des plans *principaux de l'ellipsoïde, et le mouvement relatif* n'est pas stationnaire.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie de l'onde solitaire qui se propage le long d'un tube élastique horizontal.* Note de M. **A. Boulanger.**

E.-H. Weber a déterminé expérimentalement la vitesse de propagation, dans un fluide incompressible au repos remplissant un tuyau horizontal en caoutchouc, d'une intumescence analogue à l'onde solitaire engendrée dans un canal à eau stagnante par une projection d'eau unique et rapide, intumescence qu'il produisait par compression brusque d'une portion terminale du tuyau. W. Weber, comparant la vitesse observée ω à la vitesse calculée ω_1 de propagation des petits mouvements, a attribué l'écart notable constaté à la mesure imprécise d'éléments du calcul de ω_1. La cause de cet écart, à mon avis, est l'insuffisante approximation de la théorie de W. Weber; j'ai repris la question en m'inspirant de la belle théorie donnée, en 1871, par M. Boussinesq pour les ondes de translation des canaux, et qui rend un compte très précis de toutes les observations de Scott Russell et Bazin.

Les variations de la pression dans une section normale par le fait de la pesanteur étant insignifiantes vis-à-vis de la pression moyenne du fluide à l'état de repos, le tuyau restera de révolution autour de son axe initial; on étudiera la déformation de son méridien. Soient Ox l'axe du tuyau indéfini,

dans le sens de la propagation des ondes; R_0 le rayon initial du tuyau; R le rayon de la section d'abscisse x à l'instant t; u, w les composantes au même instant de la vitesse en un point M d'abscisse x et distant de r de Ox, suivant Ox et suivant le rayon extérieur de M. L'onde de Weber produit, au moment de son passage dans une section, des vitesses presque identiques, en sorte que u varie peu avec r; de plus, sa longévité marque le peu d'influence des frottements.

Aux équations d'Euler et d'incompressibilité

$$(1)\qquad \frac{\partial p}{\partial x}+\rho u'=0,\qquad \frac{\partial p}{\partial r}+\rho w'=0,\qquad r\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial(wr)}{\partial r}=0,$$

il faut joindre une double condition limite : 1° à la surface interne du tube, pour $r=R$, p doit se réduire à $p_1=a+k\frac{R^2-R_0^2}{R_0^2}$, a étant la pression interne initiale et k un coefficient constant fourni par la théorie de l'élasticité et dont M. Boussinesq a récemment donné (*Comptes rendus*, 10 juillet 1905) l'expression la plus générale pour un tube dont la substance présenterait un axe d'isotropie de direction Ox; 2° si, pour $r=R$, $u=u_1$, $w=w_1$, on a $w_1=\frac{\partial R}{\partial t}+u_1\frac{\partial R}{\partial x}$.

Soit U la vitesse moyenne dans une section donnée : on obtient

$$(A)\qquad \frac{\partial R^2}{\partial t}+\frac{\partial(R^2U)}{\partial x}=0,$$

tandis que les premières équations (1) donnent successivement

$$p=a+k\frac{R^2-R_0^2}{R_0^2}+\rho\int_r^R w'\,dr,$$

$$(B)\qquad \frac{k}{\rho R_0^2}\frac{\partial R^2}{\partial x}+\frac{\partial}{\partial x}\int_r^R w'\,dr+\frac{\partial u}{\partial t}+u\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{1}{r}\frac{\partial u}{\partial r}\int_r^0 r\frac{\partial u}{\partial x}dr=0.$$

Première approximation. — Remplaçons les équations (A) et (B) par

$$(A_1)\qquad \frac{\partial R^2}{\partial t}+R_0^2\frac{\partial U}{\partial x}=0,\qquad\qquad (B_1)\qquad \frac{k}{\rho R_0^2}\frac{\partial R^2}{\partial x}+\frac{\partial U}{\partial t}=0;$$

cela revient à négliger des termes du second ordre par rapport à la vitesse longitudinale, à la variation du rayon; à tenir compte de la lente variation de u avec r, etc. Supposons l'origine des x placée de manière que, pour $t=0$, les ondes n'aient pas encore envahi les sections à abscisses positives.

U étant nulle pour $x=\infty$, où $R=R_0$, (A_1) et (B_1) donnent

$$R^2 = F(x-\omega_1 t), \qquad U = \omega_1 \frac{R^2-R_0^2}{R_0^2}, \qquad \omega_1 = \sqrt{\frac{k}{\rho}}.$$

Seconde approximation. — Reprenons les équations (A) et (B); remplaçons-y les plus importants des termes négligés par les valeurs que leur donnerait la première approximation. $w = \frac{1}{r}\int_r^0 r\frac{\partial u}{\partial x}dr$ fournit, pour partie principale de w', $\frac{r}{2R_0^2}\frac{\partial^2 R^2}{\partial t^2}$ ou $\frac{\omega_1^2}{2R_0^2}r\frac{\partial^2 R^2}{\partial x^2}$, et (B) sera remplacée par

$$\frac{k}{\rho R_0^2}\frac{\partial R^2}{\partial x} + \omega_1^2\frac{R^2-r^2}{4R_0^2}\frac{\partial^3 R^2}{\partial x^3} + \frac{\partial u}{\partial t} + U\frac{\partial U}{\partial x} = 0.$$

Multiplions tous les termes par $2r\,dr$ et intégrons de 0 à R :

$$\frac{k}{\rho R_0^2}\frac{\partial R^2}{\partial x} + \frac{\omega_1^2}{8}\frac{R^2}{R_0^2}\frac{\partial^3 R^2}{\partial x^3} + \int_0^R \frac{\partial u}{\partial t}d\left(\frac{r^2}{R^2}\right) + U\frac{\partial U}{\partial x} = 0.$$

Limitons les second et troisième termes à leurs parties principales. D'où

$$(A_2) \qquad \frac{\partial R^2}{\partial t} + R_0^2\frac{\partial U}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}(R^2-R_0^2)U = 0,$$

$$(B_2) \qquad \frac{k}{\rho R_0^2}\frac{\partial R^2}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\omega_1^2}{8}\frac{\partial^2 R^2}{\partial x^2} + \frac{U^2}{2}\right) = 0.$$

Soit $\sigma = \frac{R^2-R_0^2}{R_0^2}$; dans chaque dernier terme, qui est de seconde approximation, on remplacera U par $\omega_1\sigma$. Les équations

$$(A_3) \qquad \frac{\partial\sigma}{\partial t} + \frac{\partial U}{\partial x} + \omega_1\frac{\partial\sigma^2}{\partial x} = 0,$$

$$(B_3) \qquad \frac{k}{\rho}\frac{\partial\sigma}{\partial x} + \frac{\partial U}{\partial t} + \omega_1^2\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{R_0^2}{8}\frac{\partial^2\sigma}{\partial x^2} + \frac{\sigma^2}{2}\right) = 0$$

donnent par élimination de U,

$$(C) \qquad \frac{\partial^2\sigma}{\partial t^2} - \frac{k}{\rho}\frac{\partial^2\sigma}{\partial x^2} - \omega_1^2\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(\frac{R_0^2}{8}\frac{\partial^2\sigma}{\partial x^2} + \frac{3}{2}\sigma^2\right) = 0.$$

On peut conclure de là

$$(D) \qquad \frac{\partial\sigma}{\partial t} + \omega_1\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{R_0^2}{16}\frac{\partial^2\sigma}{\partial x^2} + \frac{3}{4}\sigma + \sigma^2\right) = 0,$$

ou encore, en introduisant la célérité ω de propagation, vitesse fictive d'une

tranche laissant devant elle un volume constant de fluide,

$$\text{(E)} \qquad \omega - \omega_1\left(\frac{R_0^2}{16\sigma}\frac{\partial^2\sigma}{\partial x^2} + \frac{3}{4}\sigma + 1\right) = 0.$$

Bornons-nous aux ondes de translation, *dont toutes les parties se propagent également vite :* ω y sera constant. Soit $\omega = \omega_1\left(1 + \frac{a}{2}\right)$ et $\xi = \frac{x}{R_0}$: on a successivement

$$\frac{\partial^2\sigma}{\partial x^2} + 12\sigma^2 - 8a\sigma = 0, \qquad \left(\frac{\partial\sigma}{\partial x}\right)^2 = 8\sigma^2(a - \sigma).$$

a sera le maximum de σ, et l'onde sera une intumescence positive de Weber, ayant son profil du type de l'onde solitaire des canaux.

Soit $Q = \pi R_0^2$ le volume refoulé qui forme l'intumescence; on a

$$\frac{Q}{2} = \int_a^0 \pi(R^2 - R_0^2)\frac{d\sigma}{\left(\frac{\partial\sigma}{\partial x}\right)} \qquad \text{ou} \qquad \frac{l}{R_0} = \int_0^a \frac{d\sigma}{\sqrt{2(a-\sigma)}} = \sqrt{2a}.$$

L'équation du profil et la vitesse de propagation seront

$$R^2 = R_0^2 + \frac{l^2}{2}\,\text{séc hyp}^2\,\frac{l(x - \omega t)}{R_0}, \qquad \omega = \sqrt{\frac{k}{\rho}}\left(1 + \frac{l^2}{4R_0^2}\right).$$

Weber mesurait $\omega = 1109 1^{mm}$, alors que $\omega_1 = 10033^{mm}$ et que $2R_0 = 41^{mm}$. Mais l n'a pas été déterminé; pour $l = 14^{mm}$ il y aurait accord : c'est vraisemblablement la largeur de la règle de bois employée pour comprimer le tube. Je vais reprendre ces expériences avec la précision que permettent d'obtenir les appareils actuels, en refoulant l'eau au moyen d'un piston.

PHYSIQUE. — *Évaluation du pouvoir grossissant des objectifs microscopiques.* Note de M. L. **Malassez**.

Le pouvoir grossissant étant défini comme je l'ai proposé dans une Note précédente [1], le grossissement produit par l'objectif à l'unité de distance de sa face postérieure peut être évalué de diverses façons.

1° Il peut tout d'abord être évalué directement, à l'aide d'un micromètre objectif et d'un oculaire micrométrique, en plaçant le micromètre oculaire juste à l'unité de dis-

[1] *Comptes rendus*, 27 novembre 1905.

tance choisie. J'ai indiqué précédemment [1] les procédés et appareils qu'il me paraît préférable d'employer dans ce genre de recherches. Cette première façon d'opérer est très simple et très exacte. Son seul inconvénient est que, si l'on prend le décimètre comme unité de distance et si l'on se sert d'un oculaire micrométrique à vis, conditions que je crois les meilleures, on est obligé d'avoir un microscope à tube très court, comme on n'en trouve pas dans le commerce; en sorte qu'il faut s'en faire un.

2° On ne pourrait se contenter d'évaluer le grossissement produit à une autre distance de l'objectif et d'en déduire, par une simple règle de trois, celui produit à 1^{dm}; parce que les divers grossissements que peut produire un même objectif ne sont pas proportionnels aux distances comprises entre sa face postérieure et l'image, mais à celles comprises entre son foyer postérieur et l'image. Pour y arriver il faudrait avoir en plus une autre notion.

3° Et, du moment que deux notions sont nécessaires, le mieux, à mon avis, est d'avoir d'une part la puissance de l'objectif, de l'autre la distance comprise entre son foyer postérieur et sa face postérieure. On peut en effet, avec elles, construire des graphiques qui, comme ceux que j'ai donnés précédemment [2], permettent de représenter le pouvoir grossissant de façon très claire et assez exacte.

4° On peut encore, et c'est plus simple et plus sûr, recourir au calcul suivant : Représentons la puissance par γ, la distance foco-faciale postérieure par φ'_p, quand le foyer postérieur de l'objectif se trouve en arrière de sa face postérieure, et par φ'_a quand il se trouve en avant d'elle. Comme les grossissements ne commencent qu'à partir des foyers postérieurs, celui à 1^{dm} de la face ne pourra se développer, dans le cas du foyer postérieur situé en arrière de la face postérieure, que sur une longueur de $1^{dm} - \varphi'_p$; et, comme la puissance n'est autre que le grossissement produit à chaque unité de distance, le grossissement à 1^{dm} de la face postérieure, ou pouvoir grossissant P, sera donné par la formule :

$$P = (1 - \varphi'_p)\gamma.$$

Tandis que, s'il s'agit d'objectifs plus forts, ayant leurs foyers postérieurs en avant de leurs faces postérieures, à une distance de φ'_a, le grossissement se développera alors sur une longueur de $1 + \varphi'_a$ et le pouvoir grossissant sera donné par la formule :

$$P = (1 + \varphi'_a)\gamma.$$

Ces deux formules donnent des résultats très exacts qui concordent très exactement, ou du moins à très peu de chose près, avec ceux obtenus directement par le premier procédé. Elles rendent également bien compte des différences que, dans ma Note précédente, je disais exister entre les puissances et les pouvoirs grossissants ainsi compris.

Ces formules nous font voir, en effet, que le pouvoir grossissant ne peut être égal à la puissance que dans le cas très exceptionnel où les distances foco-faciales postérieures φ'_p et φ'_a sont nulles, où le foyer postérieur se

---

(1) *Archives d'Anatomie microscopique,* 1904, p. 274 et 285.
(2) *Archives d'Anatomie microscopique,* 1904, p. 298.

trouve juste au niveau de la face postérieure. Elles nous montrent que, chez les objectifs faibles, dont le foyer postérieur est situé en arrière de leur face postérieure, le pouvoir grossissant est forcément inférieur à la puissance; puisque, pour l'obtenir, il faut multiplier la puissance par $1-\varphi'_p$, plus petit que 1. Tandis que, chez les objectifs plus forts, dont le foyer postérieur est en avant de leur face postérieure, le pouvoir grossissant est supérieur à la puissance, puisque l'on multiplie la puissance par $1+\varphi'_a>1$.

Enfin, comme les distances foco-faciales postérieures, tout en étant d'une façon générale en rapport avec les puissances, jouissent cependant d'une certaine indépendance vis-à-vis d'elles, il en résulte que, dans la production des grossissements, elles peuvent ou atténuer ou exagérer les effets de la puissance. C'est pourquoi les pouvoirs grossissants ne sont pas toujours en rapport avec les puissances; pourquoi des objectifs de puissance égale peuvent, à égalité de distance, donner des grossissements différents; pourquoi les plus puissants ne sont pas toujours les plus grossissants et réciproquement. Ainsi l'objectif *aa* de Zeiss, que je citais dans ma Note précédente, est moins grossissant que le a^3, tout en étant plus puissant que lui (3,9 au lieu de 3,5), parce que sa distance foco-faciale postérieure est sensiblement plus grande (45^{mm} au lieu de 28^{mm}). En appliquant la première des formules sus-indiquées et ramenant toutes les distances au décimètre, on trouve, en effet, pour le pouvoir grossissant,

de l'objectif *aa*.............. $P=(1-0,45)3,9=2,14$
de l'objectif a^3.............. $P=(1-0,28)3,5=2,52$

J'ajouterai que les deux formules susdites peuvent servir à évaluer le grossissement produit par les objectifs à une distance quelconque de la face postérieure; il suffit d'y remplacer le chiffre 1 par cette distance exprimée en décimètres.

PHYSIQUE. — *Sur la coexistence du paramagnétisme et du diamagnétisme dans un même cristal.* Note de M. Georges Meslin.

J'ai constaté la coexistence du paramagnétisme et du diamagnétisme dans un même cristal de pyrrhotine et la variation continue de la susceptibilité magnétique avec la direction considérée.

La substance en question était taillée sous forme d'un petit cube de 2^{mm} de côté, qui

était installé dans la balance magnétique dont j'ai donné ici même la description [1]; il était fixé de façon invariable dans le tube vertical T (*fig.* 1, p. 1684), que l'on pouvait faire pivoter autour de son axe, et il était placé à la hauteur de l'axe horizontal de la bobine, que l'on excitait pour créer un champ magnétique décroissant régulièrement à partir de la pièce de fer doux qui la termine.

Ce cube avait été prélevé sur une des plaques que M. Weiss avait bien voulu mettre à ma disposition et qui, provenant de la taille de gros échantillons, étaient orientées par rapport au plan magnétique dont ce physicien a montré l'existence.

Pour remplir la condition relative à la décroissance régulière du champ, et éliminer la perturbation produite par la présence de l'autre pièce de fer doux ordinairement placée en regard, la seconde bobine de l'électro-aimant avait été écartée, de manière à réduire l'appareil à sa forme la plus simple, à savoir : une bobine horizontale, sur l'axe de laquelle était le corps dont on observait le déplacement dans le sens de l'axe (attraction ou répulsion) lorsqu'on lançait dans la bobine un courant de quelques ampères; la lecture du micromètre faisait connaître sans ambiguïté le sens de ces actions, par l'augmentation ou la diminution du numéro visé.

On orientait d'abord le cube de telle sorte que le plan magnétique, parallèle à l'une des faces verticales, passât par l'axe de la bobine; après avoir excité le champ et noté l'impulsion, on faisait tourner le tube de 90° de façon à observer de la même manière l'action produite suivant la perpendiculaire ON au plan magnétique M; on répétait les mesures à 180° des deux positions précédentes. Dans ces conditions j'ai toujours constaté suivant la droite ON des répulsions qui étaient d'ailleurs beaucoup plus faibles que les attractions exercées suivant les directions du plan magnétique, attractions qui correspondent, comme on le sait, à des susceptibilités ferromagnétiques.

En s'écartant de ON dans les différents sens, on arrive à une direction OP pour laquelle l'action est nulle : il y a donc tout autour de ON une nappe conique à l'intérieur de laquelle le cristal se comporte comme diamagnétique tandis qu'il est paramagnétique en dehors.

Si l'on immerge le tube T dans une solution concentrée de perchlorure de fer, on diminue les valeurs positives de la susceptibilité paramagnétique, tandis qu'on augmente les valeurs négatives de la susceptibilité diamagnétique au voisinage de ON, et, tout en modifiant ainsi l'ouverture du cône

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1683.

en question, on rend plus comparables entre elles les valeurs absolues des attractions et des répulsions observées.

PHYSIQUE. — *Action d'un champ magnétique sur les rayons de Goldstein* (*Kanalstrahlen*). Note de M. **Henri Pellat**, présentée par M. Lippmann.

J'ai l'honneur de signaler à l'Académie certaines apparences assez paradoxales qui se produisent pour les tubes à rayons de Goldstein quand ils sont placés dans un champ magnétique d'intensité convenable.

Les tubes dont je me suis servi ont 1^{m} de longueur et environ 18^{mm} de diamètre intérieur. L'anode est placée à l'une des extrémités du tube; la cathode est située à une distance de 18^{cm} de celle-ci. Elle est constituée par un grillage en platine ou en aluminium fermant l'extrémité d'un cylindre d'aluminium, situé en arrière du grillage, d'une longueur de 3^{cm} et appliqué contre la paroi du tube. Derrière cette cathode, sur une longueur de 77^{cm}, s'étend le reste du tube sans autre électrode. C'est dans cette partie que se propage le faisceau de rayons de Goldstein, qui, pour une pression convenable ($0^{mm},04$ de mercure par exemple), est très lumineux. Le gaz a toujours été l'air sec et dépouillé d'acide carbonique. Ces tubes étaient disposés perpendiculairement à la ligne des pôles d'un électro-aimant Weiss (pièces polaires cylindriques de 7^{cm} de diamètre) ou de l'électro-aimant monstre construit par M. Limb pour le laboratoire d'enseignement de la Sorbonne (pièces polaires cylindriques de 10^{cm} de diamètre). La distance de l'anode et de la cathode aux pièces polaires a toujours été assez grande pour que, entre l'anode et la cathode, l'aspect du tube ne fût en rien changé par la production du champ magnétique.

Si l'on approche des parois du tube une plaque de clinquant reliée par un fil à l'anode, on voit la colonne de rayons de Goldstein repoussée; elle forme un impact sur la paroi opposée du tube de verre en produisant une belle fluorescence verte, semblable à celle que produiraient des rayons cathodiques. Cette expérience montre que cette colonne est formée, au moins en majeure partie, de particules positives.

Si l'on produit un champ magnetique faible, la luminosité est déviée conformément aux lois de l'électromagnétisme si l'on admet qu'elle est produite par des centres chargés positivement fuyant la cathode : il se forme un filet lumineux le long d'une paroi du tube, sans pourtant que le reste de la section du tube devienne tout à fait obscure. Si l'on approche du filet la plaque de clinquant reliée à l'anode, le filet s'élargit, la lumino-

sité étant repoussée vers l'intérieur du tube; ceci montre bien que le filet est dû en totalité, ou au moins en partie, à des centres chargés positivement.

Si l'on augmente l'intensité du champ magnétique, le filet, loin de s'amincir davantage, devient plus large, nébuleux, et, pour un champ de 900 à 1000 gauss, la *diffusion a envahi toute la section du tube qui paraît uniformément lumineuse*. Ce phénomène ressemble tout à fait au phénomène que j'ai observé dans les mêmes conditions pour la colonne anodique d'un tube de Geissler ([1]). C'est précisément pour voir si les rayons de Goldstein subissaient cet effet de diffusion que j'ai été amené à faire ces expériences.

Si l'on augmente encore l'intensité du champ magnétique, vers 2100 gauss ou plus, la diffusion diminue et la luminosité s'amincit de nouveau le long d'une paroi du tube, *mais la déviation a lieu en sens inverse de celle qui se produit dans les champs faibles*.

On peut voir successivement les phénomènes que je viens de décrire, en regardant le tube par les trous pratiqués dans les pièces polaires pour laisser passer les rayons lumineux suivant l'axe, et en faisant varier l'intensité du courant qui anime l'électro-aimant. C'est ainsi qu'on a procédé pour avoir les intensités des champs magnétiques rapportées ci-dessus. Mais on les voit encore plus facilement et simultanément en regardant directement tout le tube, et en produisant un champ très intense entre les pièces polaires : très loin entre l'anode et la cathode et un peu au delà de celle-ci, il n'y a rien de changé à l'aspect du tube qu'on produise ou non le champ magnétique; mais, en se rapprochant des pièces polaires jusqu'à celles-ci, on a toutes les intensités de champ depuis zéro jusqu'à la valeur du champ, de 3000 gauss par exemple, compris entre les pièces polaires. On voit alors en dehors des pièces polaires la déviation de la luminosité dans le sens indiqué pour les champs faibles, conforme à ce qu'on devait supposer d'après les lois de l'électromagnétisme, la charge positive des centres chargés et le sens de leur mouvement; près des pièces polaires la

---

([1]) PELLAT, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1046, et t. CXXXV, p. 1321.

On a tenté d'expliquer cette diffusion de la colonne anodique dans les champs magnétiques intenses, par une oscillation de la décharge électrique localisée à la portion du tube placée dans le champ magnétique intense. Cette explication, qui m'a toujours paru peu vraisemblable, ne peut pas convenir dans l'expérience faite avec les rayons de Goldstein, bien évidemment.

diffusion de la luminosité dans toute la section du tube; et, enfin, entre les pièces polaires, la déviation de la luminosité en sens inverse de celle qui se produit en dehors de ces pièces polaires, sans que toute la section du tube soit dépourvue de toute lumière. *Au delà des pièces polaires, la luminosité disparaît totalement,* au moins si le vide n'est pas trop avancé; l'extrémité du tube reste obscure, tandis qu'elle est très brillante si l'on supprime le champ magnétique : la vitesse des particules qui constituent les rayons de Goldstein semble s'annuler dans les champs magnétiques intenses.

Les pressions les plus convenables pour répéter ces expériences sont celles de $0^{mm},05$ à $0^{mm},01$ de mercure. Quand, en ayant fait fonctionner trop longtemps un tube, il a durci et pris entre les électrodes l'aspect d'un tube de Crookes, non seulement les faisceaux de rayons de Goldstein sont moins lumineux, mais encore ils sont moins sensibles à l'action des champs magnétiques forts ou faibles, ce qui tient vraisemblablement à la plus grande vitesse des ions qui les constituent.

Dans cette Note je n'ai signalé que des faits, et je m'abstiendrai pour le moment de toute explication de ces phénomènes d'apparence paradoxale, quoiqu'ils me paraissent pouvoir être expliqués sans modification des lois admises, sauf peut-être le phénomène de la diffusion, qui reste encore assez mystérieux.

PHYSIQUE. — *Disposition nouvelle permettant d'obtenir une image monochromatique des sources lumineuses.* Note de M. **Albert Nodon**, présentée par M. Deslandres.

Lors de la découverte des protubérances solaires en dehors des éclipses, par la méthode de MM. Janssen et Lockyer, la forme des protubérances était donnée grossièrement par une série de lignes spectrales rouges qui correspond à des sections successives rapprochées dans la protubérance projetée sur la fente d'un spectroscope.

Or il est évident qu'un mouvement continu des lignes spectrales doit fournir l'image exacte de la protubérance. Aussi plusieurs observateurs, en particulier MM. Janssen, Lockyer et Zöllner, ont-ils cherché à obtenir ce résultat en animant le spectroscope entier, ou sa fente, d'un mouvement oscillatoire rapide et en profitant de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. Les résultats n'ont pas été satisfaisants; mais le succès est assuré si l'on substitue à l'œil une plaque photographique qui pose un

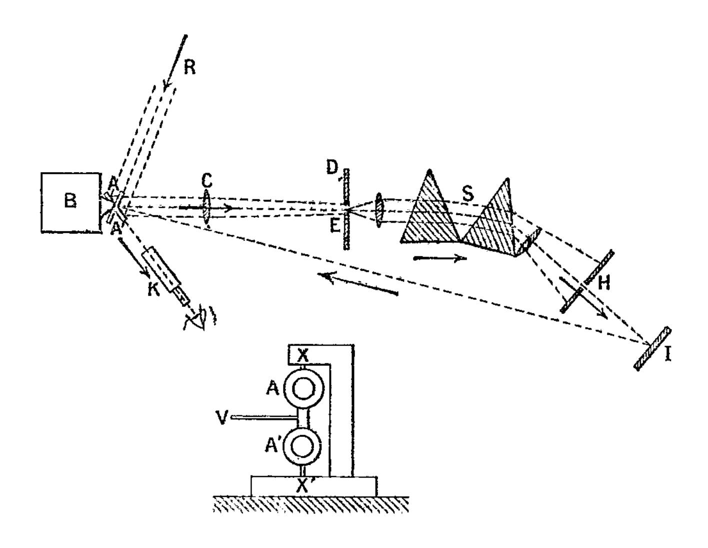
temps suffisamment long, le mouvement des pièces n'étant pas nécessairement oscillatoire.

C'est ainsi que, depuis 1892, MM. Hale et Deslandres ont indiqué et employé des dispositifs variés qui permettent de photographier les sources lumineuses et le Soleil en particulier, en lumière monochromatique.

Mais tous les appareils précédents exigent le mouvement soit du spectroscope, soit de la plaque, soit de l'objectif de projection.

J'indique dans la présente Note un dispositif nouveau, non encore décrit à ma connaissance, qui conduit au même résultat en maintenant fixes les pièces énumérées ci-dessus, et qui peut s'appliquer aussi bien à l'observation oculaire qu'à l'observation photographique.

Description. — Le dispositif se compose de deux petits miroirs plans A et A', de forme circulaire, mobiles autour d'un axe vertical XX'.



Cet axe peut pivoter sur pointes dans un support massif.

Une tige V horizontale est fixée par l'une de ses extrémités à l'axe XX' au point de tangence des deux miroirs A et A'.

La tige V permet d'animer les deux miroirs A et A' d'un même mouvement oscillatoire rapide et régulier autour de l'axe XX', à l'aide d'un mécanisme d'horlogerie B. Les deux miroirs A et A' peuvent être inclinés l'un par rapport à l'autre d'un angle déterminé.

La position relative des plans des deux miroirs est maintenue fixe sur l'axe XX' à l'aide de vis de serrage.

Un sidérostat ou un cœlostat réfléchit les rayons lumineux sur le miroir

oscillant A suivant une direction constante R. Le miroir A réfléchit à nouveau les radiations suivant l'axe d'une lunette horizontale C, fournissant une image agrandie E, image dont le plan focal coïncide avec celui de la fente D d'un spectroscope fixe C. L'image du spectre donnée par le spectroscope est reçue sur un plan à la surface duquel peut glisser une fente mobile H parallèle à la direction de la fente D du spectroscope.

Une seconde fente H permet d'isoler une raie spectrale quelconque.

Un miroir ou un prisme à réflexion totale I réfléchit l'image de la fente H sur le second petit miroir oscillant A', dont l'inclinaison est telle qu'il réfléchit l'image de la fente H suivant l'axe d'une lunette fixe K.

Le champ visuel de la lunette K est suffisamment étendu pour permettre au faisceau lumineux qui est réfléchi par le miroir A' de ne pas sortir des limites de l'instrument pendant l'oscillation de ce miroir.

Fonctionnement. — Les miroirs A et A' étant immobiles, on règle les diverses parties de l'instrument de telle sorte que le diamètre vertical de l'image coïncide avec la fente du spectroscope et que l'image monochromatique de la seconde fente H soit perçue nettement dans la lunette K.

En actionnant ensuite le mécanisme d'horlogerie B, on fait osciller les deux miroirs A et A' avec une vitesse supérieure à 10 vibrations par seconde. L'image E réfléchie par le miroir A oscille alors avec une vitesse égale à celle des miroirs, de part et d'autre de la fente du spectroscope, et toutes les parties de l'image passent successivement par la première fente.

En même temps l'image monochromatique de ces parties passe par la seconde fente H et se réfléchit sur le miroir A'.

L'œil placé à la lunette K voit alors une série successive d'images monochromatiques de la fente H qui viennent se juxtaposer sur la rétine pour y donner l'impression d'une image continue qui est celle de la source lumineuse en lumière monochromatique.

L'impression due à la persistance des images lumineuses, pendant une durée de $\frac{1}{10}$ de seconde environ, se manifeste grâce au mouvement oscillatoire rapide et à peu près uniforme dont sont animés les miroirs A et A'.

L'impression photographique des images monochromatiques peut être également obtenue à l'aide de ce dispositif, en y produisant un mouvement oscillatoire lent et régulier des deux miroirs.

Un premier modèle du dispositif précédent a été réalisé par M. Pellin, constructeur à Paris, et les essais en ont été effectués avec le concours de M. Lecadre, ingénieur des Arts et Manufactures.

Le réglage de l'instrument a été fait en se servant d'un arc voltaïque dont

on visait l'une des raies vertes du spectre. L'instrument fournit une image monochromatique verte de cet arc entre les deux charbons incandescents.

Il est évident que l'instrument peut servir à l'étude de l'image monochromatique d'une source lumineuse quelconque, telle qu'une flamme, l'étincelle électrique, etc., et plus particulièrement de la surface solaire.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissolution du platine par l'acide sulfurique.* Note de M. **Marcel Delépine.**

Mes expériences sur la décomposition du sulfate d'ammonium (¹) m'ont conduit à compléter les recherches de Scheurer-Kestner (²) et de M. J.-T. Conroy (³) entre le point d'ébullition de l'acide sulfurique pur (338°) et le point d'ébullition de l'acide plus ou moins chargé de sulfate de potassium. Je rapporte les résultats non au volume d'acide employé, mais d'une façon uniforme à une attaque de 1 heure sur une surface de 1^{dm^2} (50^{cm^2}, pour chaque face d'une lame mince); cette évaluation seule est logique, car il est évident que l'attaque est proportionnelle à la surface; je dois avertir toutefois que, d'une expérience à l'autre, le résultat peut varier assez fortement selon le système de l'ébullition qu'il est impossible de régulariser. Les lames utilisées avaient de 10^{μ} à 20^{μ} d'épaisseur.

L'attaque d'une lame de platine dans une capsule de platine ou de porcelaine n'a lieu que très faiblement; mais, si l'on vient à verser l'acide avec la lame *dans un ballon* et si l'on fait bouillir, on voit au bout d'une demi-heure l'acide jaunir; la teinte s'accentue jusqu'à devenir rouge ocracé. Dans ces conditions, 1^{dm^2} perd environ $0^g,01$ par heure ($0^g,008$ à $0^g,012$). La différence d'action, suivant que l'on opère en vase largement ouvert comme une capsule ou à col comme un ballon, est due uniquement à la température, qui n'atteint que 250°-270° environ dans le premier cas parce que l'acide s'évapore très activement, alors qu'elle est de 338° dans le second où l'évaporation est très faible.

L'influence de la température est, en effet, considérable. A 350°-355° (point d'ébullition de $50^g SO^4H^2 + 10^g SO^4K^2$), la perte est de $0^g,04$-$0^g,05$ et, à 365°-370° (point d'ébullition de $50^g SO^4H^2 + 20^g SO^4K^2$), elle atteint $0^g,12$-$0^g,13$. Dans le dernier cas, avec 1^{dm^2} de surface, il suffit de quelques minutes d'ébullition pour jaunir l'acide.

(¹) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 886.

(²) Scheurer-Kestner, *Comptes rendus*, t. LXXXVI, 1878, p. 1082. — *Bull. Soc. chim.*, 2ᵉ série, t. XXIV, 1875, p. 501; *Ibid.*, t. XXX, 1878, p. 28. — *Comptes rendus*, t. XCI, 1880, p. 59.

(³) J.-T. Conroy, *Journ. Soc. Chem. Ind.*, t. XXII, 1903, p. 465.

Ces résultats ont été obtenus avec l'acide pur du commerce, sans action sur le sulfate ferreux, lequel, employé comme le montre M. Berthelot à son cours, décèle nettement de $\frac{1}{50000}$ à $\frac{1}{100000}$ de composés nitreux; mais un tel acide réagit avec le sulfate de brucine en attestant quelques millionièmes de ces composés. Cette infime dose me paraît insuffisante pour expliquer la dissolution du platine par un mécanisme catalytique, et, pour renverser cette opinion acceptée après les travaux de Scheurer-Kestner, j'ai établi un double système d'expériences. D'abord, j'ai privé l'acide le plus possible de ses produits nitreux en le diluant à 1,4 de densité, le faisant bouillir, puis le concentrant. Suivant Fresenius ([1]), cette manipulation est suffisante, et, en fait, un acide ainsi dilué et bouilli à deux reprises, additionné de sulfate de brucine, n'a pas présenté de teinte rose ou une teinte si faible que l'addition d'un dix-millionième d'acide azotique l'a rendue incomparablement plus visible. Or cet acide pratiquement exempt de produits nitreux attaque le platine exactement comme l'acide primitif ($0^g,008$). Ensuite, enrichi de $\frac{1}{50000}$, $\frac{1}{25000}$, $\frac{1}{10000}$, $\frac{1}{1000}$ d'acide azotique, il a occasionné des pertes respectives de $0^g,0075$, $0^g,0118$, $0^g,0083$, $0^g,0080$. Si les produits nitreux jouaient un rôle fermentaire, comme le pensait Scheurer-Kestner, on aurait dû observer des attaques croissant avec leur proportion. De même, en ajoutant un excès d'acide nitrique aux mélanges sulfopotassiques, on n'a pas changé la vitesse d'attaque ($0^g,133$ au lieu de $0^g,133$ et $0^g,124$).

Par contre, le sulfate d'ammonium exerce nettement l'influence retardatrice signalée par Scheurer-Kestner; Conroy trouve ce sel sans action spéciale, mais il a opéré vers 250° et pendant un temps, sans doute, insuffisant pour en constater les effets. L'action retardatrice à 338° est telle qu'après une légère dissolution le métal ne change plus de poids tant qu'il y a encore quelques milligrammes d'ammoniaque; puis la dissolution reprend peu à peu son cours. Tout cela s'explique facilement par l'expérience suivante : si, à une solution sulfurique de platine, on ajoute du sulfate d'ammonium et qu'on fasse bouillir, le *métal* pur (et non du noir) se précipite presque intégralement, abstraction faite de phénomènes spéciaux que j'étudierai peut-être. Le métal précipité se redissolvant sans doute de préférence au métal compact, on conçoit qu'il exerce son action décomposante sur le sulfate d'ammonium, comme je l'ai indiqué, sans que la lame change notablement de poids.

([1]) Fresenius, *Traité d'Analyse chimique qualitative*, 10e édition française : note de la page 376.

Si, au lieu de platine compact laminé, ou prend de la mousse, on peut atteindre la dissolution totale (après 50 heures, par exemple). Un gramme de mousses provenant de la calcination des chloroplatinates d'aniline, de quinine et d'ammonium a perdu dans la première heure respectivement $0^g,03$, $0^g,033$ et $0^g,033$. Si l'on compare ces résultats à ceux que fournissent les lames de platine, on se rend compte que la surface d'attaque d'un gramme de ces mousses calcinées ne dépasse guère 3^{dm^2} à 4^{dm^2}, ce qui correspond à une épaisseur moyenne de 2^μ. Réciproquement, si les actions catalytiques exercées par le platine sont des questions de surfaces, l'état de mousse n'est pas toujours nécessaire. Effectivement, des feuilles de platine du commerce d'une épaisseur moyenne de $0^\mu,16$ enflamment l'hydrogène spontanément après avoir été pelotonnées légèrement, elles changent l'aldéhyde formique lentement en gaz carbonique à la température ordinaire, etc.

La réaction d'attaque du platine par l'acide sulfurique est sensiblement :

$$4SO^4H^2 + Pt = (SO^4)^2Pt + 2SO^2 + 4H^2O;$$

il se fait un sel *platinique* facile à reconnaître par addition de chlorure de potassium aux solutions sulfuriques préalablement étendues d'un volume d'eau; la liqueur laisse déposer exclusivement des octaèdres et se décolore presque complètement. D'après les dosages d'acide sulfureux, il paraît cependant se dissoudre un peu plus de platine $\left(\frac{1}{20}\right)$ que ne l'indique l'équation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur deux iodomercurates de lithine.* Note de M. A. **Duboin**, présentée par M. L. Troost.

Malgré de nombreux travaux sur les combinaisons que peut former l'iodure mercurique avec les iodures alcalins, je n'ai pu trouver de description des iodomercurates de lithine.

J'en ai obtenu deux dans les circonstances suivantes :

Au cours de recherches conduites en vue de préparer des liqueurs plus denses que la liqueur de Thoulet, je fus conduit à préparer incidemment une solution saturée d'iodure de mercure et d'iodure de lithium.

Je rappelle la composition de cette liqueur, déjà donnée précédemment [1] :

$$d = 3,28 \text{ à } 25°,6, \qquad n = 1,783.$$

Solution filtrée à 24°,35.				Fraction de molécule.
Lithium	1,30	1,32	1,30	0,18
Mercure	27,27	27,51	27,41	0,13
Iode	57,91	58,07	58,07	0,45
Eau (diff.)	13,52	13,10	13,22	

Cette liqueur donne, par refroidissement, de longues et fines aiguilles. En l'abandonnant à elle-même pendant les mois d'août, septembre et octobre, ces aiguilles ont grossi considérablement par suite des alternatives de refroidissement et d'échauffement auxquelles elles étaient soumises. En même temps il s'est déposé dans le flacon de l'iodure mercurique très bien cristallisé.

J'ai donc pu recueillir ainsi des cristaux dans lesquels la proportion d'eau mère interposée était considérablement réduite.

Analyse. — J'ai dosé le lithium en chassant par calcination modérée et très lente, après séjour prolongé à l'étuve pour chasser l'eau (et déjà une partie de l'iodure mercurique), tout l'iodure mercurique. Il reste de l'iodure de lithium partiellement transformé en carbonate, qu'on transforme en sulfate pur par addition d'un excès d'acide sulfurique. On chasse l'excès d'acide sulfurique par la chaleur et l'on déduit le poids du lithium de celui du sulfate neutre de lithine.

J'ai dosé le mercure en dissolvant le sel dans de l'eau et agitant avec quelques fragments de zinc pur. L'addition d'un peu d'acide chlorhydrique empêche toute dissémination du mercure, qu'on isole (après abandon prolongé) avec de l'acide chlorhydrique qui enlève le zinc.

J'ai dosé l'acide iodhydrique en déplaçant d'abord le mercure par le zinc dans une dissolution d'un poids connu du sel et en précipitant l'iode à l'état d'iodure d'argent par l'azotate d'argent.

L'eau a été dosée par différence, car j'avais déjà reconnu au cours de mes travaux précédents qu'on n'obtient pas de résultats concordants par évaporation à l'étuve, malgré toutes les précautions possibles.

L'analyse des aiguilles précédemment obtenues conduit à la formule

$$2LiI, HgI^2, 6H^2O.$$

[1] *Sur les liqueurs denses à base d'iodomercurates alcalins* (*Comptes rendus*, t. CXLI, n° 7, 14 août 1905, p. 386).

	Trouvé.		Calculé.
Li.........	1,60 p. 100	1,63 p. 100	1,686
Hg........	24,09 »	24,14 »	24,096
I..........	59,93 »	60,37 »	61,204
H^2O.......	14,38 »	13,86 »	13,012
			99,998

Ces aiguilles sont aplaties et striées dans le sens de leur longueur, très déliquescentes.

Leur densité à 0° est 3,26.

Elles sont décomposées par l'eau.

Très solubles sans décomposition dans les alcools méthylique, éthylique, propylique, isopropylique, isobutylique, amylique, allylique, la glycérine, l'aldéhyde, l'acétone, l'acide formique fumant, l'acide acétique, l'acétate d'éthyle, l'oxalate d'éthyle, l'oxyde d'éthyle, etc.

Moins solubles et plus lentement dans la nitrobenzine. Avec le bromure d'éthylène, elles fondent en partie et à la longue les gouttelettes ont fini par se mélanger au liquide.

De même avec le chloroforme, mais les gouttelettes ne disparaissent pas.

Insolubles dans la benzine et dans l'iodure de méthyle.

Deuxième iodomercurate. — La liqueur débarrassée des cristaux précédents a donné, sous l'influence de l'abaissement de la température ambiante, aux environs de 8°, de gros cristaux plus légers que la liqueur mère, qui se sont réunis à la surface où ils ont assez rapidement grossi.

Ces cristaux sont des prismes peu allongés, sur lesquels on remarque deux clivages inclinés, très difficiles à manier, car ils sont très mous, fondent à la chaleur de la main et sous la pression des pinces, surtout sous l'influence de faibles traces d'eau qu'ils absorbent très rapidement.

Ces cristaux étant assez gros, j'ai néanmoins pu en faire l'analyse. Leur composition répond à la formule

$$2LiI, HgI^2, 8H^2O.$$

	Trouvé.			Calculé.
Lithium.........	1,54	1,58	»	1,61
Mercure.........	23,54	23,66	»	23,09
Iode............	58,00	58,08	57,73	58,66
Eau............	16,92	16,68	»	16,64

Leur densité à 0° est 2,95.

En présence des dissolvants ils se comportent comme le produit précédent. Je n'ai trouvé que de légères différences :

Avec l'éther, liqueur légèrement trouble.

Avec le bromure d'éthylène, ils fondent, mais les gouttelettes obtenues ne se mélangent pas au liquide.

Avec la nitrobenzine, solubilité très faible, sinon insolubilité absolue.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau composé : le fluorure de brome* BrF^3. Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

M. Moissan, dans ses recherches sur l'isolement et les propriétés du fluor, avait déjà reconnu que cet élément pouvait s'unir directement au brome. La réaction se produisant dès la température ordinaire avec le brome liquide ou avec sa vapeur et, dans ce dernier cas, en donnant une flamme éclairante. Nous avons réussi à isoler le composé qui prend naissance dans ces conditions et nous avons fait l'étude de ses principales propriétés.

Lorsque le fluor réagit sur le brome en présence du verre, il se produit une attaque très rapide de cette dernière substance. Nous avions pensé que la présence d'impuretés dans le brome et particulièrement de matières organiques pouvait entraîner la formation d'acide fluorhydrique et par suite amorcer cette action énergique sur le verre; mais, en utilisant du brome purifié aussi complètement que possible, nous n'avons pu supprimer cet inconvénient. Pour éviter l'emploi coûteux d'un appareil spécial en platine nous avons eu recours à un dispositif très simple qui, dans la circonstance, nous a rendu les plus grands services.

Cet appareil était constitué par un récipient cylindrique en verre de 4^{cm} à 5^{cm} de diamètre et de 9^{cm} environ de profondeur fermé par un couvercle creux rodé portant un tube vertical et un tube latéral. Le premier de ces tubes donnait passage au tube à dégagement en platine amenant le fluor et le second était relié à un système de sécheurs formé par plusieurs tubes refroidis dans l'air liquide, destinés à empêcher l'humidité atmosphérique de pénétrer dans l'appareil. Le brome était placé dans un petit creuset de platine, disposé dans le vase de verre cylindrique de telle sorte que le tube d'arrivée du fluor y pénètre à l'intérieur. Enfin les joints étaient faits à l'aide d'un alliage facilement fusible contenant du mercure, et bien adhérent au verre.

Dès que l'on fait arriver le gaz fluor, la combinaison s'effectue et en opérant dans l'obscurité on voit à l'extrémité du tube de platine une flamme verte, surtout si on laisse la température s'élever et que la vapeur de brome se trouve ainsi en contact avec

le fluor. Pour régulariser la réaction on refroidit constamment vers 0°. Le brome disparaît lentement en même temps qu'il se produit un liquide, d'abord coloré en rouge orange clair par le brome, puis finalement incolore. Pour recueillir ce produit, on refroidit au moyen de l'anhydride carbonique solide, le liquide se prend en un solide incolore et très rapidement le creuset est enlevé et placé dans un récipient de verre à bouchon rodé, rempli d'air ou de gaz carbonique secs. On l'utilise immédiatement, pour l'analyse ou l'examen de ses propriétés.

Pour établir la composition de ce fluorure, nous avons étudié son action sur l'eau et les solutions alcalines.

L'eau réagit avec violence en donnant une solution acide faiblement colorée en jaune et un dégagement d'oxygène. La solution présente les réactions de l'acide hypobromeux et renferme en outre de l'acide fluorhydrique et seulement des traces d'acide bromique. Avec une solution de soude ou de potasse, on constate encore un dégagement d'oxygène et la liqueur contient un hypobromite et un fluorure alcalins avec une petite quantité de bromate.

Pour l'analyse, on fait agir lentement, à la température ordinaire, la vapeur de fluorure sur la lessive de soude. Il suffit pour cela de disposer le creuset contenant ce composé dans un vase de platine clos, en présence d'une petite quantité de lessive alcaline. La solution ainsi obtenue est traitée par l'acide sulfureux, qui transforme l'acide hypobromeux et l'acide bromique en acide bromhydrique; on procède ensuite au dosage du fluor et du brome. Nous décrirons, dans un Mémoire étendu, les procédés analytiques employés, ainsi que les résultats obtenus. Toutes nos déterminations faites sur un fluorure préparé soit en présence d'un excès de fluor, soit en présence d'un excès de brome, nous ont conduit à donner à ce composé la formule BrF^3.

Le trifluorure de brome est un liquide incolore, fumant abondamment à l'air. Sa vapeur est très irritante et attaque violemment l'épiderme. Le point de fusion de ce composé est compris entre $+4^\circ$ et $+5^\circ$, mais il reste facilement en surfusion au-dessous de 0°. A l'état solide, il présente l'aspect d'une masse cristalline formée par l'enchevêtrement de beaux prismes incolores dont la longueur atteint parfois plus de 1^{cm}.

L'activité chimique du trifluorure de brome est très grande. Un cristal d'iode projeté à la surface du fluorure solide refroidi au-dessous de -10° produit une tache jaune, puis brune, la température s'élève et peu à peu la réaction s'accélère et donne avec incandescence le pentafluorure d'iode de M. Moissan et des vapeurs de brome.

En présence du trifluorure de brome solide, le soufre décrépite sans réagir, mais dès que la fusion se produit, le soufre brûle avec une belle

incandescence et se transforme en un mélange de fluorure et de bromure de soufre.

Le phosphore rouge, l'arsenic, l'antimoine, le bore, le silicium cristallisé décomposent à froid et avec incandescence le fluorure de brome. Avec le carbone, il est nécessaire de chauffer légèrement pour faciliter la réaction. Ce fluorure attaque également avec violence la plupart des métaux et il réagit sur un très grand nombre de leurs composés.

Le trifluorure de brome, mis en présence de matières organiques, se comporte comme le fluor; il donne lieu à des décompositions avec production de flamme et parfois d'explosion. L'alcool, l'éther, la benzine, le térébenthène s'enflamment à froid par son contact.

Le fluor et le brome s'unissent donc directement en donnant un composé répondant à la formule BrF^3. Ce trifluorure, dans lequel le brome peut être considéré comme trivalent, est un liquide incolore donnant par refroidissement un solide fusible vers 4°. Ce corps est doué d'une activité chimique qui rappelle celle du fluor; comme ce dernier corps, il s'unit au silicium à froid avec une très vive incandescence et il réagit sur un très grand nombre de corps simples et composés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Recherches sur la formation des reflets métalliques à la surface des poteries.* Note de M. L. FRANCHET, présentée par M. H. Moissan.

Les dépôts métalliques, souvent irisés, obtenus à la surface des poteries sous l'influence des gaz réducteurs, paraissent être d'origine arabe.

En 1831, Laurent, analysant d'anciennes céramiques ainsi décorées, démontra que l'émail ne contenait pas d'or. En 1844, Brongniard, ayant tenté quelques essais pour reproduire ces effets chatoyants, obtint des résultats intéressants mais incomplets.

En 1896, je repris l'étude de cette question, mais au lieu de projeter, comme l'avait fait Brongniard, de l'oxyde de cuivre dans le moufle, ou bien d'appliquer une composition métallique sur une pièce céramique déjà émaillée et cuite, j'ai incorporé des sels d'argent, de cuivre et de bismuth dans une couverte que j'ai composée de façon que son point de vitrification corresponde à 970° (point de cuisson de la faïence de Vallauris), c'est-à-dire à la montre 09 de Seger. La couverte A est donc faite de : quartz, 12; pegmatite, 10,5; kaolin des Eyzies, 2; sable de Decize, 20;

minium, 30; borax, 19,2; acide borique; 2; carbonate de potasse, 2; chlorure de sodium, 1,8 : la masse est pulvérisée, fondue, coulée dans l'eau et broyée.

J'ai ensuite établi les trois formules types suivantes :

N° 1.		N° 2.		N° 3.	
Couverte A........	100	Couverte A........	100	Couverte A..........	100
Kaolin............	10	Kaolin............	10	Kaolin.............	10
Carbonate d'argent.	2	Oxyde de zinc.....	1	Sous-nitrate de bismuth............	4
		Protoxyde d'étain..	1	Carbonate d'argent..	2
		Carbonate d'argent.	0,5	Carbonate de cuivre.	1
		Oxyde de cuivre...	3		

Ces couvertes, préparées par simple broyage, s'appliquent sur la faïence comme des couvertes ordinaires : on ajoute un peu de gomme adragante, diluée dans l'eau, pour en faciliter l'emploi. Si elles sont jugées trop fusibles, on augmente la proportion de kaolin qui sera diminuée dans le cas contraire. Des couvertes analogues peuvent être faites pour le grès ou la porcelaine.

Cuisson. — Elle s'opère suivant les méthodes habituelles, dans un moufle ordinaire dont la cheminée est pourvue d'un registre à fermeture hermétique. La température voulue étant atteinte, le feu est retiré du foyer et on laisse refroidir jusqu'au rouge naissant, puis on procède à la réduction ou enfumage. A cet effet le registre est complètement fermé.

Réduction. — J'ai employé les trois procédés suivants :

A. Production dans le moufle d'une fumée intense au moyen d'un combustible quelconque;

B. Introduction dans le moufle d'un courant de gaz d'éclairage;

C. Production dans le moufle de gaz réducteurs dégagés par la combustion de la saccharose ou des glucoses.

A. Dès le IX[e] siècle, les Arabes (et peut-être, antérieurement, les Perses), obtenaient les reflets métalliques en produisant de la fumée au moyen du genêt. L'unique raison dans l'emploi de ce combustible était son extrême abondance. Je me suis servi indistinctement de bois, de houille, de résine, d'huile ou de goudron : les résultats ont été identiques.

Le registre étant fermé, le goudron, par exemple, est projeté par petites portions dans le foyer encore suffisamment chaud pour déterminer le dégagement d'une fumée intense qui se répand dans l'enveloppe du moufle et qui, ne trouvant plus d'issue par la cheminée, pénètre dans le moufle même, par le tuyau d'évaporation de la voûte, puis s'échappe par la visière laissée ouverte. Après 1 heure environ, si l'enfumage a été conduit régulièrement, la réduction est effectuée. J'ai poursuivi l'opération pendant 5 heures, mais les reflets sont devenus trop sombres.

B. L'emploi du gaz comme agent réducteur n'est pas une innovation, mais il m'a

servi, grâce à la sensibilité du procédé, à observer les différentes phases de réduction de l'argent.

Le dispositif est le même que précédemment, sauf que le gaz pénètre dans le corps du moufle par des tubes de fer ou de cuivre qui traversent les parois et que l'on adapte au moment d'opérer. Toutes les entrées d'air, sans exception, sont hermétiquement closes afin d'éviter, soit une explosion, soit la combustion du gaz. Les tubes sont disposés par huit ou dix pour un débit total de 3^{m^3} à l'heure, le moufle ayant $0^{m^3},50$ de capacité.

La réduction a lieu en 10 minutes et j'ai constaté que, suivant la durée de l'opération qui ne doit pas excéder 30 minutes, le ton de l'argent réduit passait par cinq modifications :

Première phase..........	ton métallique laiton.
Deuxième phase.........	ton métallique or.
Troisième phase..........	ton brun jaune, peu métallique.
Quatrième phase.........	ton brun noir, peu métallique.
Cinquième phase.........	ton noir, non métallique.

Dans la deuxième phase, le ton or est particulièrement remarquable, quoique les sels d'argent employés ne contenaient ni or ni cuivre.

Dans les troisième, quatrième et cinquième phases, l'éclat métallique est nul, mais on peut le revivifier en opérant une nouvelle cuisson et une nouvelle réduction.

C. Les reflets métalliques se développent aussi, mais plus irrégulièrement, sous l'influence des gaz produits par la combustion des matières sucrées. Ce procédé, d'une grande simplicité, est peu énergique. La matière sucrée est introduite dans le moufle par une petite ouverture ménagée à cet effet et l'on a soin, comme toujours, de fermer soigneusement toutes les issues.

J'ai, nécessairement, insisté sur les curieux effets obtenus avec l'argent. Le cuivre conserve toujours le ton qui lui est propre, mais l'addition de bismuth (formule n° 3) détermine une remarquable coloration bleue, généralement nacrée. En combinant les formules nos 1 et 3 on peut obtenir un vert métallique très vif (combinaison du jaune et du bleu).

Enfin il est à remarquer que le chatoiement est beaucoup plus intense lorsque les couvertes sont mates au lieu d'être brillantes.

Ces méthodes pour obtenir les reflets métalliques sont plus simples que celles employées par les Arabes et dont l'étude fera l'objet d'un travail spécial.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les bromoborates de calcium.* Note de M. L. OUVRARD, présentée par M. Ditte.

Dans une Note précédente nous avons fait connaître les produits qui résultent de l'action de l'anhydride borique soit seul, soit additionné de quantités variables de chaux, sur le chlorure de calcium fondu, et nous

avons montré qu'on pouvait ainsi obtenir outre les borates simples, des chloroborates parfaitement définis, tout à fait différents comme constitution et comme forme cristalline des boracites de la série magnésienne. Nous avons cherché à préparer des combinaisons analogues en remplaçant le chlore par le brome ou par l'iode, et c'est le résultat de ces essais que nous allons indiquer brièvement.

1. En fondant 1^{mol} d'anhydride borique avec 2^{mol} de bromure de calcium desséché et soumettant la masse à un refroidissement lent, on obtient, après reprise par l'eau froide, un bromoborate en aiguilles ou en prismes à extinctions longitudinales, à peine attaquables par l'eau chaude ou l'acide acétique très étendu, mais solubles dans les acides forts, même dilués, et d'aspect identique au produit donné dans les mêmes circonstances par le chlorure de calcium. Il répond à une formule analogue :

$$5B^2O^3, 3CaO, CaBr^2 \quad (^1).$$

On obtient encore le même corps quand on ajoute au mélange précédent des quantités de chaux ne dépassant pas $0^{mol},5$ pour 1^{mol} d'anhydride borique.

Si l'on vient à augmenter la proportion de chaux de façon à atteindre une molécule, on sépare après refroidissement, des octaèdres transparents, isolés ou bien empilés en arborescences, agissant à peine sur la lumière polarisée, peu altérables par l'eau, mais très solubles dans l'acide acétique étendu, et donnant à l'analyse la formule :

$$3B^2O^3, 3CaO, CaBr^2 \ (^2).$$

Si la dose de chaux atteint 2^{mol} pour 1^{mol} d'anhydride, la proportion de bromure restant la même, on obtient des prismes ne retenant pas de brome et qui ne sont autres que le borate bibasique $B^2O^3, 2CaO$, que nous avons déjà signalé à propos des composés chlorés.

Mais si, avec les mêmes proportions de chaux et d'anhydride borique, on vient à augmenter la quantité de bromure de calcium jusqu'à 6^{mol} ou 8^{mol}, on retombe sur le bromoborate précédent.

---

(1) Calculé : B^2O^3, 48,76; CaO, 31,19; Br, 22,28.
Trouvé : B^2O^3, 48,10; CaO, 30,89; Br, 21,96.

(2) Calculé : B^2O^3, 36,33; CaO, 38,75; Br, 27,68.
Trouvé : B^2O^3, 35,81; CaO, 38,21; Br, 27,30.

Enfin, la quantité de chaux atteignant 3^{mol} pour 1^{mol}, on voit apparaître le sel tricalcique $B^2O^3, 3CaO$.

A aucun moment nous n'avons pu obtenir de composé correspondant au chloroborate $B^2O^3, 3CaO, CaCl^2$, qui se prépare aisément avec le chlorure de calcium. En faisant varier la composition des bains dans de larges limites, nous n'avons jamais pu isoler de composé défini se rapprochant de cette formule.

2. Il était intéressant de savoir s'il serait possible d'obtenir des composés correspondants avec l'iode; mais ici la question se complique, car on sait que l'iodure de calcium, chauffé au contact de l'air, perd de l'iode en donnant de la chaux.

Il y a là un sérieux obstacle auquel on a cherché à remédier en opérant la fusion dans un courant de gaz inerte. L'addition d'iodure alcalin à l'iodure de calcium lui donne de la stabilité, ainsi que M. Ditte l'a montré dans ses recherches sur les apatites iodées ([1]), mais présente l'inconvénient de s'opposer à la formation de composés halogénés, ainsi que j'ai pu le constater avec les dérivés chlorés.

En maintenant en fusion, à l'abri de toute action de l'air, 1^{mol} d'anhydride borique avec 2^{mol} d'iodure de calcium, on n'obtient après refroidissement qu'une petite quantité de matière insoluble, amorphe et indéterminable.

Quand on ajoute au mélange précédent une quantité de chaux inférieure à une demi-molécule, en ayant soin d'opérer dans les mêmes conditions, le lavage sépare des lamelles du borate B^2O^3, CaO. Si la proportion de chaux passe de $0^{mol},5$ à 2^{mol}, il se forme le sel bicalcique $B^2O^3, 2CaO$.

Enfin, quand la quantité de chaux atteint 3^{mol}, on arrive au borate tribasique $B^2O^3, 3CaO$, qui se présente sous forme de prismes souvent très développés et ne retenant pas trace d'iode. C'est un des meilleurs procédés pour obtenir ce borate en beaux cristaux.

En résumé, on voit que, si le bromure de calcium se comporte à peu près comme le chlorure, l'emploi de l'iodure ne nous a fourni aucune combinaison halogénée, ces composés ne paraissant pas devoir exister dans les conditions où nous nous sommes placé.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les états limites de quelques sels chromiques dissous.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

Le sulfate vert normal $Cr^2(SO^4)^3$, qui résulte de l'action du gaz sulfureux à 0° sur l'acide chromique, renferme deux radicaux SO^4 dissimulés (*Comptes rendus*, 1er sem. 1905, p. 1451). Ses dissolutions, relativement

([1]) A. Ditte, *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1227.

stables à froid et dans l'obscurité, virent au bleu turquoise quand on les expose au soleil, surtout pendant l'été. Corrélativement, la densité de la dissolution augmente. C'est un fait analogue à celui que M. Lecoq de Boisbaudran a constaté sur les aluns de chrome et dont il a tiré un parti remarquable dans ses études sur les dissolutions ([1]). L'application systématique de la Thermochimie m'a permis d'ajouter d'autres résultats à ceux de M. Lecoq.

1° La mesure de la chaleur dégagée dans la décomposition totale d'une molécule $(SO^4)^3Cr^2$ par la potasse (6KOH), après des durées plus ou moins longues d'exposition au soleil, m'a donné :

Durées.	Solutions à $\frac{1}{10}$ de molécule par litre.	Solutions à $\frac{3}{10}$ de molécule par litre.
0	57200 cal	57200 cal
10 jours (mai)	»	56100
28 »	51600	»
48 »	50400	»
84 »	50100	52200
165 »	50100 à 50000	51800

Il apparaît donc une limite ou du moins un point d'arrêt dans la décomposition de notre sel vert par l'eau dissolvante, et l'arrêt est plus rapidement atteint par les solutions étendues.

2° D'autres mesures thermiques montrent qu'à ce point d'arrêt il ne reste plus qu'un seul radical SO^4 dissimulé; car pour une molécule $(SO^4)^3Cr^2$, j'ai constaté que :

l'addition de 1 mol $BaCl^2$ dégage	....	7100 cal
» de 2 $BaCl^2$ »	....	14100
» de 3 $BaCl^2$ »	....	14700 ([2]).

Si la disparition d'un des deux radicaux dissimulés tenait à un équilibre entre le sel vert initial et le sulfate violet ordinaire, la chaleur de décomposition du produit final serait la moyenne arithmétique de la chaleur de

([1]) *Comptes rendus*, 1874-1875, en particulier, t. LXXIX, p. 1491.

([2]) Ce nombre, un peu fort, tient sans doute à ce que l'état dissimulé n'est pas absolument résistant, mais aussi à des solutions transitoires de $BaCl^2$ dans les sels, qui sont détruites par un excès de réactif, d'eau, etc. Cette anomalie se présente, d'ailleurs, pour la solution verte initiale.

décomposition du sel vert et du sel violet. Cette dernière étant 45 000^{cal} d'après M. Berthelot, la moyenne s'éleverait à $\frac{57\,200 + 45\,000}{2}$, soit 51 100^{cal}. Or nous avons trouvé 50050 (Tableau I).

Donc, au point d'arrêt, ce qui se trouve dans la dissolution ce n'est pas un mélange de sel vert et de sel violet en équilibre, c'est un sel particulier dont la chaleur de décomposition par la potasse est d'environ 50000^{cal}.

3° Pour déterminer la nature de ce composé, j'ai observé la différence de densité entre la dissolution verte initiale et la dissolution turquoise. La contraction correspond à un volume d'eau pesant 17^{g}, 8 (environ 1^{mol} H^2O) par molécule de sulfate $(SO^4)^3Cr^2$. Si l'on admet (je reviendrai ailleurs sur ce sujet) qu'à l'état dissous les corps analogues ont un volume moléculaire voisin, on conclura que cette molécule d'eau s'est fixée sur le sel primitif à l'état d'eau de constitution, par exemple de la manière suivante :

$$SO^4\left\langle\begin{matrix}Cr = SO^4\\ Cr = SO^4\end{matrix}\right. + H^2O = SO^4\left\langle\begin{matrix}Cr\overset{/OH}{\overline{\quad\quad}}SO^4H\\ | \\ Cr = SO^4.\end{matrix}\right.$$

Quoi qu'il en soit, on constate ici que l'état dissimulé disparaît à la suite d'une hydratation qui ne modifie pas nécessairement la proportion d'acide combiné. Et quand le chlorure de baryum réagit sur un sulfate dissimulé, l'hydratation se superpose à la double décomposition, un peu comme il arrive aux acétates chromiques dissimulés (*Comptes rendus*, 1905, p. 331).

Acétates chromiques. — Les dissolutions dans l'acide acétique étendu de l'oxyde chromique extrait à froid de l'alun violet présentent aussi des particularités curieuses. L'acétate violet OCr^2A^4 dont j'ai parlé (*Comptes rendus*, 2e semestre 1905, p. 331) reste violet en dissolution à l'obscurité; mais à la lumière, surtout en présence d'un excès d'acide, il verdit. L'abaissement cryoscopique initial 0°, 41 d'un échantillon violet additionné d'acide tombe à 0°, 34 après verdissement; j'ai constaté par des mesures thermochimiques et par l'analyse que la solution finale contenait par litre 0^{mol}, 09 d'acide acétique libre environ et 0^{mol}, 09 d'un acétate $(OH)Cr^2A^5$ (5^{mol} acétiques A^5 combinées).

Une partie de l'acide primitivement libre s'est donc fixée sur le tétracétate, comme l'indiquait la cryoscopie. D'autre part, la dissolution verte résultant de cette fixation à froid n'est pas la même que celle que je vais décrire.

En dissolvant l'oxyde de chrome précipité à froid de l'alun violet, dans un léger excès d'acide acétique étendu, puis évaporant à sec au bain-marie, on obtient une masse verte amorphe qui répond à la formule $(OH)Cr^2A^5 + 3H^2O$, et dans laquelle tout l'acide acétique est combiné, comme le prouve la Thermochimie. En dépit de sa composition en apparence très nette, ce magma n'est pas un sel défini; car, en dissol-

vant dans 1^l d'eau $\frac{1}{10}$ du poids correspondant à la formule ci-dessus, on obtient une dissolution verte dont l'abaissement cryoscopique se trouve être $0°,34$, comme dans le cas de la dissolution précédente. Mais celle-ci renferme 2 molécules différentes et sensiblement la même quantité d'acide combiné. Donc la seconde dissolution doit renfermer aussi 2 molécules distinctes. Cela implique le dédoublement du corps $(OH)Cr^2A^5$ en dérivés de la forme CrA^3 et $CrA^2(OH)$ dans lesquels le chrome serait trivalent comme dans le chlorure chromique à la haute température où la densité de vapeur de ce sel répond à la constitution $CrCl^3$. Celle-ci est d'ailleurs la limite de Cr^2Cl^6, comme CrA^3 serait la limite de Cr^2A^6.

CHIMIE. — *Action du pentachlorure de phosphore sur le β-naphtol.* Note de M. E. BERGER, présentée par M. G. Lemoine.

On connaît deux préparations de la naphtaline β-chlorée $C^{10}H^7Cl$. La première consiste à traiter le β-naphtylsulfonate de soude par le perchlorure de phosphore (CLÈVE, JUHLIN, *Bull. Soc. chim.*, t. XXV, p. 258; RYMARENKO, *Ber. chem. Gesell.*, t. IX, 1876, p. 663); dans la seconde, on substitue Cl à NH^2 par la réaction classique : diazotation de la β-naphtylamine et traitement par le chlorure cuivreux (CHATTAWAY et LEWIS, *J. chem. Soc.*, t. LXV, p. 877).

J'ai pensé que, en raison de la tendance du β-naphtol à se comporter plutôt comme un alcool que comme un phénol, il serait possible d'y substituer Cl à OH par le pentachlorure de phosphore. J'ai repris méthodiquement l'étude de la réaction de ces deux corps.

Réaction au-dessous de 130° : préparation de l'oxyde de β-naphtyle. — Le mélange, à molécules égales, de β-naphtol et de perchlorure de phosphore commence à réagir à froid en se liquéfiant; il se dégage de l'acide chlorhydrique. La réaction est achevée en portant le tout au bain-marie pendant 2 heures. La masse produite, d'abord traitée par l'eau pour décomposer les chlorures de phosphore, est mise à cristalliser dans l'alcool chaud. Il se dépose par refroidissement des cristaux blancs d'oxyde de β-naphtyle pur. Ce corps fond à 105°. Il se décompose en grande partie, en se sublimant partiellement, vers 380°; dans le vide il distille, avec décomposition partielle, à 250° sous 19^{mm}.

Dans la réaction indiquée, qui est la seule qui se passe au-dessous de 130°, la moitié seulement du perchlorure introduit réagit, en déshydratant le naphtol, suivant l'équation

$$2\,C^{10}H^7OH + PCl^5 = C^{10}H^7-O-C^{10}H^7 + POCl^3 + 2\,HCl.$$

Réaction au-dessus de 130° : préparation de la β-chloronaphtaline. — Le mode opératoire suivant est celui qui, après de nombreux essais, m'a donné le meilleur

rendement (environ 30 pour 100) en β-chloronaphtaline : 3^{mol} de PCl^5 sont chauffées, au bain d'huile, vers 135°-140°, dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant. On ajoute 2^{mol} seulement de β-naphtol, on chauffe pendant 24 heures, on traite à l'eau et l'on entraîne à la vapeur. La naphtaline β-chlorée obtenue, cristallisée dans l'alcool, est en feuillets blancs nacrés et fond à 56°.

Les produits secondaires de la réaction sont surtout formés d'un mélange de naphtalines bichlorées isomères 1.2, 2.4, 2.6, 2.8 que je n'ai pu séparer et d'oxyde de naphtyle. La production de naphtalines bichlorées s'explique par le fait que, PCl^5 étant en partie dissocié à la température de la réaction, le chlore agit directement en se substituant en α dans la naphtaline β-monochlorée. J'ai trouvé aussi, dans ces produits, une petite quantité de l'éther dinaphtolique de l'acide phosphorique $PO \begin{cases} OC^{10}H^7 \\ OC^{10}H^7 \\ OH \end{cases}$, résultant de l'action de l'oxychlorure de phosphore formé sur le β-naphtol : point de fusion, 143°.

Conclusions. — L'action du perchlorure de phosphore sur le β-naphtol au-dessous de 130° constitue une préparation très simple de l'oxyde de β-naphtyle; au-dessus de 135° elle fournit de la β-chloronaphtaline avec un rendement assez peu élevé, mais néanmoins avantageux en raison du bas prix du β-naphtol et de la facilité d'opérer sur de grandes quantités de matière.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'octohydrure d'anthracène et sur le perhydrure d'anthracène.* Note de M. **Marcel Godchot**, présentée par M. A. Haller.

Dans de précédentes Communications j'ai indiqué les principales propriétés de l'octohydrure d'anthracène $C^{14}H^{18}$, ainsi que celles de l'hexahydroanthrone $C^{14}H^{16}O$ (1); j'ai attribué à cette dernière cétone une des deux formules de constitution suivantes :

$$C^6H^4 \langle \begin{smallmatrix} CO \\ CH^2 \end{smallmatrix} \rangle C^6H^{10} \quad \text{ou} \quad C^6H^6 \langle \begin{smallmatrix} CO \\ CH^2 \end{smallmatrix} \rangle C^6H^8.$$

La présente Note a pour but de faire connaître quelques nouveaux dérivés appartenant à la même série de composés.

Hexahydroanthrone-oxime $C^{14}H^{16} = N - OH$. — Ce composé se prépare

(1) Godchot, *Comptes rendus*, 1904, p. 1573; 1905, p. 250 et 252.

en ajoutant de l'acétate d'hydroxylamine dissous dans l'eau à une solution alcoolique de l'hexahydroanthrone. La réaction s'effectue rapidement à chaud et est terminée après une heure d'ébullition. On évapore à sec le mélange et l'on épuise le résidu par l'éther. Par concentration du dissolvant, l'oxime cristallise; on la purifie par des cristallisations répétées dans l'alcool. L'hexahydroanthrone-oxime se présente sous la forme de petites aiguilles incolores, fusibles à 143°; elle est très soluble dans l'alcool, l'éther, la ligroïne.

OCTOHYDRO-ANTHRAMINE $C^{14}H^{17}-NH^2$. — En réduisant l'oxime précédente, dans une solution alcoolique, par le sodium, on obtient l'amine correspondante.

A 10^g d'oxime dissous dans 150^g d'alcool absolu on ajoute peu à peu 20^g de sodium coupé en morceaux. La réaction, vive au début, diminue rapidement d'intensité; on chauffe quelques heures jusqu'à complète dissolution du métal. On précipite par l'eau, et l'on épuise ensuite par l'éther; la solution éthérée est séchée sur du sulfate de sodium sec, puis distillée; on dissout le produit huileux restant dans l'alcool absolu, et la liqueur ainsi obtenue est saturée de gaz chlorhydrique sec. Le chlorhydrate de l'amine formé cristallise peu à peu; il est purifié par des cristallisations répétées dans l'eau. Par addition de potasse en excès à une solution aqueuse de chlorhydrate, il est facile d'obtenir ainsi l'amine pure. L'octohydro-anthramine est un liquide légèrement jaunâtre, distillant vers 182° sous une pression de 12^{mm}. Elle est fortement basique, aussi se carbonate-t-elle rapidement à l'air.

Chlorhydrate d'octohydro-anthramine : $C^{14}H^{17}-NH^2, HCl$. — Ce sel se présente sous la forme de petits prismes incolores; il se décompose avant de fondre vers 188°; il est assez soluble dans l'eau et dans l'alcool.

Picrate d'octohydro-anthramine. — Ce composé cristallise en petites aiguilles jaunâtres, fusibles à 212°; il est très soluble dans l'alcool, beaucoup moins dans l'éther de pétrole.

Amide acétique de l'octohydro-anthramine : $C^{14}H^{17}-NH-CO-CH^3$. — Ce dérivé s'obtient en soumettant à une douce température une solution d'octohydro-anthramine dans l'anhydride acétique. Par refroidissement, il se précipite; on le purifie en le faisant cristalliser plusieurs fois dans l'alcool. Il constitue alors de belles aiguilles incolores, fusibles vers 183°. Il est soluble dans la benzine, l'éther, le chloroforme.

PERHYDRURE D'ANTHRACÈNE : $C^{14}H^{24}$. — L'octohydrure d'anthracène est susceptible de fixer 6^{at} d'hydrogène pour donner naissance au perhydrure

d'anthracène. Ce carbure, obtenu antérieurement par Lucas ([1]) en hydrogénant l'anthracène au moyen de l'acide iodhydrique et du phosphore, peut s'obtenir plus facilement en partant de l'octohydrure, soit en employant la même méthode, soit en utilisant la réaction catalytique de MM. Sabatier et Senderens.

Avec l'acide iodhydrique et le phosphore, il suffit de chauffer pendant 12 heures, en tube scellé, à 250°, 1 partie d'octohydrnre d'anthracène avec 4 parties d'acide iodhydrique (D = 1,7) et 1 partie de phosphore rouge.

En utilisant le nickel, on opère l'hydrogénation du même carbure aux environs de 180°. Le rendement en perhydrure d'anthracène n'est vraiment élevé qu'avec un métal à son maximum d'activité.

On obtient, dans les deux cas, le même résultat, c'est-à-dire un mélange de deux hydrures, l'un cristallisé et l'autre liquide. Il ne m'a pas été possible d'isoler le carbure liquide à l'état de pureté; j'ajouterai, cependant, que, si l'on soumet à l'analyse la portion de ce dernier corps distillant entre 140° et 150° sous une pression de 15^{mm}, on obtient des chiffres très voisins de ceux qui correspondent à la formule d'un dodécahydrure d'anthracène $C^{14}H^{22}$. Quant au carbure cristallisé, il peut, au contraire, être obtenu très pur par cristallisations répétées dans l'alcool : il constitue le perhydrure d'anthracène $C^{14}H^{24}$.

J'ai retrouvé pour le perhydrure d'anthracène des propriétés identiques à celles indiquées par Lucas. Ce carbure est cristallisé en petites tables incolores, fusibles à 88°. Ses solutions ne présentent pas de fluorescence; il ne se combine pas à l'acide picrique. Le chlore et le brome n'ont pas d'action sur lui à la température ordinaire. L'oxydation chromique n'a pas fourni de dérivés oxygénés hydroanthracéniques analogues à ceux que j'ai obtenus en oxydant, dans les mêmes conditions, l'octohydrure d'anthracène; le perhydrure d'anthracène semble être brûlé complètement par l'acide chromique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide dihydrocamphorique.* Note de M. G. Blanc, présentée par M. A. Haller.

Lorsque l'on fond l'acide camphorique avec de la potasse, on obtient, entre autres produits, un acide $C^{10}H^{18}O^4$ appelé *dihydrocamphorique* par

([1]) Lucas, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft,* t. XXI, p. 2510.

MM. Perkin et Crossley ([1]) et auquel les auteurs pensèrent devoir attribuer la constitution d'un acide tétraméthyladipique. M. Martine ([2]) en a montré la vraie constitution; c'est l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique qu'il obtient dans l'oxydation de la benzylidènementhone. J'ai voulu confirmer par la voie synthétique la formule de M. Martine en réalisant la synthèse de cet acide α-méthyl-α'-isopropyladipique comme celle de l'acide αα-diméthyladipique ([3]).

Pour cela, j'ai soumis à la réduction l'anhydride isopropylsuccinique ([4]).

Il se produit un mélange des α et β isopropylbutyrolactones qui bout à 228°-230°; ce mélange, traité par le pentabromure de phosphore, puis par l'alcool, fournit les éthers γ-bromés correspondants. Si l'on chauffe ce mélange des éthers γ-bromés avec du méthylmalonate d'éthyle sodé, la même réaction que j'ai signalée à propos de la 3.3-diméthylbutyrolactone ([5]) se produit.

Alors que le dérivé α-isopropylé se condense seul, le dérivé β perd simplement BrH en donnant un éther incomplet. On a finalement

$$\begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>\!CH - \underset{|}{C}H - CO \atop CH^2 - CH^2 \!\!>\! O \rightarrow \begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>\!CH - CH - CO^2C^2H^5 \atop CH^2 - CH^2Br \; + NaC\overset{CH^3}{}\!\!<\!\begin{array}{l} CO^2C^2H^5 \\ CO^2C^2H^5 \end{array}$$

$$= BrNa + \begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array}\!\!>\!CH - CH - CO^2C^2H^5 \atop \qquad\qquad |\quad CH^2 - CH^2 - C\!\begin{array}{l} / CH^3 \\ - CO^2C^2H^5 \\ \backslash CO^2C^2H^5 \end{array}$$

L'éther tricarbonique résultant est saponifié par la potasse et l'acide mis en liberté est ensuite purifié par cristallisation dans l'acide formique. Il fond à 158° en dégageant de l'acide carbonique et en donnant l'acide α-méthyl-α'-isopropyladipique attendu

$$\begin{array}{c} CH^3 \diagdown \diagup CH^3 \\ CH \\ CO^2H\,CH \diagup \qquad CH\!<\!\begin{array}{l} CH^3 \\ CO^2H \end{array} \\ | \qquad\quad | \\ CH^2 \text{———} CH^2 \end{array}$$

Cet acide fond à 103° et il présente toutes les propriétés de l'acide dihydrocamphorique. Cependant il ne lui est pas identique. En effet, contrairement à ce qui a été

([1]) *Chem. Soc.*, t. LXXIII, p. 23.
([2]) *Thèse*, Paris, 1904, p. 44.
([3]) G. Blanc, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 65.
([4]) *Ibid.*, t. CXXXIX, p. 1213.
([5]) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 203.

annoncé jusqu'ici, l'acide dihydrocamphorique est actif. M. Martine qui, à ma demande, a bien voulu examiner l'éther diméthylique, lui a trouvé le pouvoir rotatoire de 8°30′ environ. Cet acide ne peut donc être identique avec l'acide synthétique, qui est racémique.

J'ajouterai que la condensation du mélange des éthers γ-bromés non plus avec le méthylmalonate, mais avec le malonate, fournit exclusivement, après un traitement approprié, l'acide α-isopropyladipique fusible à 63°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acétylcyclohexanone.*

Note de M. **Georges Leser**, présentée par M. A. Haller.

J'ai décrit un certain nombre de β-dicétones semi-cycliques dérivées du noyau hexaméthylénique, mais tous les corps que j'avais obtenus jusqu'à présent n'étaient que des homologues ramifiés de l'acétylcyclohexanone

$$CH^3 - CO - CH \begin{cases} CH^2 - CH^2 \\ CO - CH^2 \end{cases} CH^2,$$

qui constitue le terme le plus simple, le prototype de cette série de diones chez lesquelles l'un des groupements fonctionnels est à l'intérieur, l'autre à l'extérieur du noyau.

En condensant à l'aide du sodium la cyclohexanone avec l'éther acétique, j'ai pu préparer, dans des conditions de rendement assez médiocres jusqu'à présent, l'acétylcyclohexanone, liquide d'odeur forte et pénétrante, bouillant à 111°-112° sous 18^{mm}, dont les autres constantes physiques sont

$$D_0 = 1,0782,$$
$$n_D = 1,51384.$$

La réfraction moléculaire calculée pour la forme céto-énolique est 39,1; celle que l'on trouve avec les chiffres ci-dessus est 39,09.

Pour obtenir la dicétone à l'état pur, il est nécessaire de passer par l'intermédiaire de sa combinaison cuivrique, qui se dépose de sa solution alcoolique en paillettes gris d'acier répondant à la composition $(C^8H^{11}O^2)^2Cu$.

L'acétylcyclohexanone donne une mono-semicarbazone, fusible à 159° et une dioxime. Elle se dissout intégralement dans les alcalis et, si ces dissolutions sont faites en proportions équimoléculaires, on isole aisément les sels de potassium ou de sodium : abandonnées à elles-mêmes toutefois, elles s'altèrent rapidement et, à chaud, l'hydrolyse est, pour ainsi dire, instantanée; le noyau hexaméthylénique s'ouvre et c'est un acide cétonique à chaîne longue

$$CH^3 - CO - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CH^2 - CO^2H$$

que l'on précipite des liqueurs alcalines par addition d'acide chlorhydrique.

Cet acide acétylcaproïque bout à 184°-185° sous 15mm et se prend par refroidissement en une masse de cristaux fusibles à 30°. Si on l'oxyde par l'hypobromite de sodium à froid, il y a dépôt immédiat de bromoforme et formation quantitative d'acide pimélique normal fusible à 103°.

L'acétylcyclohexanone possède un atome d'hydrogène mobile que l'on peut remplacer par des radicaux hydrocarbonés; j'ai préparé, par exemple, le dérivé éthylé :

$$CH^3 - CO - \underset{\substack{|\\ C^2H^5}}{C}\begin{matrix} \diagup CH^2 - CH^2 \diagdown \\ \diagdown CO - CH^2 \diagup \end{matrix} CH^2$$

qui distille, sans altération, à 238°-240° et ne possède plus aucune des propriétés caractéristiques des dicétones β. Si l'on soumet cette dione substituée à l'action des alcalis à chaud, il y a d'une part hydrolyse et production d'un acide cétonique éthylé et d'autre part ablation du groupement acétyle, ce qui m'a conduit à l'éthylcyclohexanone-2 bouillant à 182°-183°. Je poursuis l'étude de l'acétylcyclohexanone et de ses dérivés.

BOTANIQUE. — *Modifications anatomiques et physiologiques provoquées dans certaines plantes tropicales par le changement de milieu.* Note de MM. **D. Bois** et **I. Gallaud**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les planteurs éprouvent de grandes difficultés pour l'acclimatation de certaines plantes tropicales dans de nouvelles régions où elles ne poussent pas naturellement et qui, cependant, paraissent devoir être propices à leur culture. Des plantes comme le *Manihot Glaiziovii* et le *Ficus elastica* qui, dans leur pays d'origine, sont adaptées à un genre de vie très particulier et y donnent de bons caoutchoucs, deviennent ailleurs, pour ainsi dire, subitement inproductives. Cette modification s'observe aussi quelquefois pour la même variété, dans son pays d'origine quand elle s'écarte du centre de son aire de dispersion (*Hevea*). De même les Agavés à pulqué et à mezcal (*A. Salmiana*) et les Agavés textiles (*A. aurea*) qui, dans certaines provinces du Mexique, donnent des produits renommés, n'ont plus, d'après M. Diguet, à la suite de leur transport dans les provinces voisines, qu'un rendement très faible ou sans valeur. La culture du Camphrier (*Laurus Camphora*) tentée en Égypte, en Algérie et en Californie, a donné lieu aux

mêmes déboires. Certaines plantes à parfums présentent nombre de faits analogues.

On a souvent attribué ces anomalies à l'introduction de *mauvaises variétés*. Ne faut-il pas plutôt invoquer l'action des agents extérieurs agissant sur ces plantes adaptées à des climats extrêmes?

Nous avons étudié un certain nombre de plantes tropicales provenant directement de leur pays d'origine comparativement avec les espèces correspondantes développées et acclimatées depuis plusieurs années dans les serres du Muséum et du Jardin colonial de Nogent. Nos recherches ont porté surtout sur l'*Euphorbia Intisy* Drake, l'*E. Laro* Drake et l'*E. leucodendron* Drake, pour lesquelles nous avons pu utiliser les échantillons types qui ont servi à établir leur diagnose et qui proviennent du sud et du sud-ouest de Madagascar. Dans cette région désertique, très sèche, les conditions de la vie pour les plantes sont très particulières; aussi elles y ont pris un faciès spécial, caractérisé par l'absence ou la réduction des feuilles, et par la carnosité des tiges qui sont souvent épineuses; leur structure anatomique est aussi très particulière et, pour nos Euphorbes par exemple, les fait classer tout à fait à part.

Dans les serres ces mêmes plantes rencontrent des conditions notablement différentes; en particulier, la chaleur, l'insolation, l'état hygrométrique ne sont plus les mêmes et l'action de ces facteurs réunis se traduit par des changements très nets dans les tissus.

Ce sont surtout le tissu de soutien et le tissu sécréteur qui subissent le plus nettement l'action du changement de milieu. Les fibres des Euphorbes étudiées sont formées d'épaississements concentriques qui deviennent de plus en plus nombreux à mesure que l'évolution de la fibre se poursuit et qui finissent par en obstruer complètement la lumière. Dans les plantes de serre les fibres mettent longtemps à atteindre ce dernier stade; elles sont aussi beaucoup moins nombreuses, la proportion allant du simple au double; dans la moelle d'*E. leucodendron* elles ont même totalement disparu.

La variation est encore beaucoup plus accusée pour le tissu sécréteur qu'on considère comme présentant une très grande stabilité et sur lequel on fait souvent reposer les distinctions taxonomiques. Les gros laticifères logés dans la profondeur de l'écorce, dans le péricycle et dans le liber secondaire (ceux qui dans les Euphorbes fournissent le plus de latex) sont beaucoup réduits en nombre (souvent dans la proportion de 5 à 1). De plus, alors que dans les plantes tropicales ils sont larges, à parois épaisses, nettement visibles et discernables, on les reconnaît difficilement dans les plantes de serre de même âge car leur paroi reste mince et on les confond aisément avec les cellules de parenchyme voisines.

L'ampleur et la concordance de ces modifications constatées dans plusieurs espèces d'Euphorbes et sur de nombreuses branches d'âges variés, mais se correspondant d'une

série à l'autre, écartent l'hypothèse de simples variations individuelles accidentelles. En outre ces variations ne sont pas le résultat d'adaptations lentes car elles se produisent *très rapidement*: on les constate dans les plantules venues de graines rapportées directement des pays d'origine et même, toutes proportions gardées, sur un même individu transplanté des pays chauds dans nos serres.

On peut tirer plusieurs conclusions de ces observations faites parallèlement sur deux séries de plantes et qui ont la valeur d'une véritable expérience comparative. En premier lieu, dans l'étude des caractères anatomiques appliqués à la classification, surtout de ceux qui dépendent de l'appareil de soutien et de l'appareil sécréteur, il faudra toujours tenir grand compte des modifications apportées par les agents extérieurs. Les comparaisons ou les délimitations dans une même espèce ou entre espèces voisines n'auront de valeur qu'autant qu'elles porteront sur des plantes vivant dans un même milieu ou dans des conditions de vie identiques.

D'autre part, tous les produits commerciaux de grande importance signalés plus haut sont empruntés aux deux tissus qui dans nos observations se montrent les plus variables. Il est bien probable qu'à ces variations si manifestes et qui se traduisent d'une façon aussi immédiate correspondent les changements si brusques qu'on constate dans leurs propriétés physiologiques. Nous nous proposons de préciser l'action des facteurs qui provoquent ces variations afin de pouvoir déterminer les conditions à remplir pour assurer une meilleure réussite dans les essais d'acclimatation.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Premiers essais sur l'influence de la lumière dans le développement des plantes vertes, sans gaz carbonique, en sol artificiel amidé*. Note de M. **Jules Lefèvre**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Une question fondamentale se pose. Le travail de synthèse que la plante verte peut opérer en sol amidé, à l'abri du CO^2 atmosphérique, est-il une fonction générale du protoplasma végétal, analogue au travail de nutrition des champignons? Ou bien est-ce une fonction *chlorophyllienne*, se produisant à la lumière, cessant à l'obscurité?

L'expérience peut seule trancher cette question. Voici les résultats donnés par nos premiers essais sur le *Lepidium sativum*.

Deux pots A et B ont été préparés avec terre artificielle, minéralisée et arrosée d'eau distillée bouillie. A *et* B *ont l'un et l'autre le mélange amidé*. Ils reçoivent chacun 40 graines.

Après 3 semaines de développement *convenable* à l'air, on pèse un lot de 10 plantules de A et un lot de 10 plantules de B, ces plantules ayant été préalablement séchées pendant 3 jours dans l'étuve à 45°.

Puis les pots, contenant encore chacun 30 plantules, sont mis sous cloche en présence de la baryte. Mais, tandis que A est laissé à forte lumière diffuse, B est placé à l'obscurité, en recouvrant entièrement la cloche d'une épaisse enveloppe noire.

Il est juste de faire observer que le temps ne nous a pas permis de laisser les plantes prendre à l'air un développement aussi beau que celui qu'elles avaient dans les expériences antérieures; aussi le lot A ne s'est-il pas développé sous cloche aussi rapidement. *Mais il s'est développé,* et cela suffit.

Au contraire, le lot B, rapidement étiolé, a refusé toute croissance et s'est *couché* après 6 ou 7 jours de cloche. A ce moment on mesure *les poids secs* de 10 plantules de A et de 10 plantules de B. On obtient le résultat suivant :

			g
Poids sec de 10 plantules	A et B, avant la mise sous cloche.		0,03
	après 7 jours de cloche	B (amidé). *Obscurité*	0,026
		A (amidé). *Lumière*	0,055

Le lot à la lumière a presque doublé son poids; le lot à l'obscurité, au lieu de croître, a subi au contraire une perte légère.

Le même résultat s'est affirmé tout récemment sur un lot de cresson bien développé à l'air. A l'obscurité, il s'est rapidement couché sans croissance.

En présence de ces résultats, je suis amené à penser que : *sans lumière, la synthèse opérée par les plantes vertes, à l'abri de* CO^2, *en sol artificiel amidé, devient impossible.*

Cette synthèse apparaît donc comme une fonction chlorophyllienne.

Ainsi, l'assimilation chlorophyllienne serait peut-être essentiellement un travail de synthèse, accompagnée, il est vrai, dans la vie ordinaire en présence de CO^2, du double échange gazeux (absorption de CO^2, dégagement de O^2) par lequel on caractérise habituellement cette assimilation.

MINÉRALOGIE. — *Les roches éruptives grenues de la Terre de Graham recueillies par l'expédition antarctique du Dr Charcot.* Note de M. **Ernest Gourdon**, présentée par M. A. Lacroix.

Cette Note a pour but de donner un aperçu succinct de la nature minéralogique de quelques-unes des roches que j'ai recueillies au cours de l'expédition antarctique française commandée par le Dr J. Charcot et que j'étudie actuellement dans le laboratoire de Minéralogie du Museum.

La région explorée fait partie de cette pointe que les terres antarctiques

envoient vers le Nord à la rencontre du cap Horn. Le versant oriental, découvert par Dumont d'Urville, a été récemment étudié par M. O. Nordenskjold dans son expédition de l'*Antarctic:* le versant occidental a été parcouru par l'expédition de la *Belgica* commandée par M. de Gerlache. C'est sur ce même versant occidental que l'expédition française, poursuivant les recherches à partir du point où les avait laissées l'expédition belge, reprit l'exploration de la Terre de Graham. Après avoir relevé tout le contour extérieur encore inconnu de l'archipel de Palmer, elle effectua son premier débarquement à la baie des Flandres, profonde échancrure creusée dans la Terre de Danco au sud du détroit de Gerlache.

Les échantillons que j'ai pu recueillir proviennent de ce point, puis de l'île Wiencke, située dans le détroit, de la baie de Biscoe, de l'île Wandel où l'expédition a passé neuf mois d'hivernage, enfin des îles échelonnées le long de la Terre de Graham jusqu'au cap Tuxen et de ce cap lui-même. Cette région se trouve comprise entre les 63° et 65° de longitude ouest de Paris et 64°,5 et 65°,5 de latitude. Deux seuls points nous sont communs avec l'expédition belge, ce sont les îles Moureaux dans la baie des Flandres et l'île Wiencke; les autres points nous sont propres.

Tous les échantillons que j'ai recueillis en place sont exclusivement constitués par des roches éruptives. Je dois noter cependant que, sur les côtes des îles Wandel et Wiencke, j'ai trouvé, en outre, parmi des blocs errants, trois blocs de schistes cristallins; il est possible qu'ils proviennent du démantellement de régions actuellement cachées sous la neige, mais ils pourraient bien avoir été apportés par les glaces; il y a donc des réserves à faire à ce sujet.

Ces roches éruptives se rapportent à deux séries; l'une très prédominante est formée de types granitoïdes, traversés par quelques roches filoniennes, l'autre de roches microlitiques d'origine incontestablement volcanique et à facies récent, bien qu'il ne reste aucune trace d'appareil volcanique conservé. Dans la présente Note, je ne m'occuperai que des types granitoïdes. Il est possible d'y distinguer trois groupes :

1° *Granites à amphibole.* — Ce sont des roches à gros grain présentant des cristaux rosés d'orthose, maclés suivant la loi de Carlsbad, un peu plus grands que les autres éléments sans pour cela donner lieu à la structure porphyroïde. L'examen microscopique y révèle les minéraux suivants : apatite, zircon, sphène, biotite, hornblende commune verte, plagioclases allant jusqu'à l'andésine, qui sont moulés par de grandes plages d'orthose et de quartz.

Ces granites, d'un type banal, forment une petite colline de 60^{m} sur la côte ouest de

l'île Wandel; on les retrouve dans la région nord de l'île Hovgaard et dans la région sud de l'île Lund. Aux îles Moureaux, la roche diffère du type précédent; c'est un granite granulitique à biotite, à grain fin. Tous ces granites sont traversés par des filons minces d'aplite.

2° *Diorites quartzifères.* — Elles diffèrent des granites précédents par la disparition de l'orthose, et dans certaines d'entre elles, par la raréfaction de la biotite; le quartz reste toujours abondant; on y observe des quantités notables de titanomagnétite. Les plagioclases cependant sont plus basiques, avec zonages concentriques de plus en plus calciques. Le feldspath moyen renferme de 40 à 45 pour 100 d'anorthite; il est donc intermédiaire entre l'andésine et le labrador et assez proche de ce dernier; mais les extrêmes varient de 60 pour 100 d'An. au centre, à 28 pour 100 à la périphérie.

Ces diorites quartzifères micacées constituent la haute chaîne, qui borde à l'Est l'île Wandel; on les retrouve dans le chenal de Neumayer, sur l'île Wiencke; enfin, bien plus au Nord, dans l'île Hoseason et dans un îlot situé entre l'île Brabant et l'île Liège.

Dans quelques-unes de ces diorites, il est possible de démontrer que l'amphibole verte résulte de la transformation d'un pyroxène incolore, qui subsiste encore ça et là sous forme d'îlots dentelliformes, maclés suivant h^1, et présentant des plans de séparation suivant p. J'ai observé le même fait, mais moins fréquent, dans les granites. Cette ouralitisation ne s'effectue pas toujours par orientation de l'amphibole sur le pyroxène; celui-ci est, en effet, quelquefois transformé en agrégats enchevêtrés d'aiguilles d'actinote, de couleur claire, mélangés à de la magnétite.

3° *Gabbros ouralitisés.* — Ces gabbros sont dépourvus de quartz. Ils sont constitués par des plagioclases basiques (au moins par du labrador), peu zonés, maclés suivant les lois de l'albite et du péricline, et par beaucoup de pyroxène en partie ouralitisé (plans de séparation et inclusions du diallage), et de titanomagnétite. La structure est grenue, mais avec une tendance à la structure ophitique, qui est parfois complètement réalisée.

Ces gabbros constituent la masse imposante qui s'élève au-dessus du cap Tuxen; ils sont donc la roche la plus méridionale recueillie jusqu'à ce jour sur la Terre de Graham. D'autres échantillons proviennent de l'île Wiencke.

En résumé, toutes ces roches paraissent constituer une série pétrographique continue, que j'étudierai ultérieurement au point de vue chimique : la continuité est surtout évidente en ce qui concerne les granites et les diorites quartzifères. Leur parenté est encore accentuée par la considération des enclaves homœogènes basiques qu'elles renferment les unes et les autres en abondance. Là où les granites et les diorites coexistent (île Wandel, baie des Flandres), elles forment des massifs distincts, mais dont les contacts sont malheureusement cachés sous les neiges perpétuelles.

ZOOLOGIE. — *Exploration de l'Afrique orientale.* Note de M. **Maurice de Rothschild**, présentée par M. Albert Gaudry.

J'ai entrepris en Afrique une exploration scientifique dont j'ai l'honneur de soumettre les principaux résultats à l'Académie. J'ai commencé par un voyage en Abyssinie, entrant par Djibouti, gagnant Harrar par Diré-Daoua, puis me dirigeant sur Addis Abeba par la route du Tchertcher. L'expédition a ensuite pénétré dans le Soddo, descendu les parties supérieure et moyenne du fleuve Aouache et regagné Diré-Daoua par les régions désertiques des monts Assabot.

Dans cette partie de mon voyage, j'ai été accompagné par M. Henri Neuville, docteur ès sciences, naturaliste au Muséum, et le lieutenant Victor Chollet, qui a dressé une carte nouvelle et détaillée des régions traversées, en particulier du cours du Haut-Aouache qui n'avait pas encore été relevé.

Gagnant ensuite Mombassa avec le docteur J. Roger, qui avait déjà accompli des missions en Afrique, j'ai fait une expédition de neuf mois dans l'Est africain équatorial, montant par les lacs Nakuro, Hannington et Baringo, les chaînes du Laikapia et du Loroghi, pour traverser la steppe de Barta et parvenir au Rodolphe par les régions du Rendilé, un vaste pays à peine exploré et presque inconnu.

On sait que le lac Rodolphe est probablement, de toute l'Afrique, un des points les plus difficiles à atteindre, vu le manque total de moyens de communication; le transport se fait à dos d'homme, dans des régions souvent privées d'eau, et les approvisionnements ne peuvent être renouvelés en cours de route.

La faune du pays traversé est des plus riches, ce qui m'a permis de constituer, entre autres, une collection très complète de Mammifères qui figureront au Muséum, dans une exposition spéciale; parmi eux se trouvent des animaux d'une grande rareté, tels que la Girafe à cinq cornes. J'ai été assez heureux pour rapporter d'un des points les plus touffus de la forêt de Nandi plusieurs spécimens complets, de l'âge le plus jeune à l'âge le plus avancé, de l'*Hylochœrus* décrit par M. O. Thomas. L'examen des nombreux squelettes que je possède (les premiers rapportés en Europe) permettra, dans le travail que M. Neuville a entrepris avec moi, de relever des différences nouvelles avec le Potamochère et le Phacochère.

J'ai également eu la bonne fortune de pouvoir rapporter une dépouille entière et même un squelette, absolument unique, du *Boöcercus* (*Tragelaphus*) *euryceros*, qui n'est qu'imparfaitement connu en Europe. La femelle de cette Antilope possède des cornes parfaitement développées; c'est là un fait contraire à ce qui se passe non seulement chez tous les *Tragelaphus* proprement dits, mais aussi, semblerait-il, chez le *B. euryceros* de l'Afrique occidentale. Cette particularité a d'ailleurs été déjà signalée par M. Thomas, et il semble, au dire des indigènes Andorobos, que ce soit là un fait constant.

Je signalerai encore la peau complète d'un Éléphant du lac Rodolphe, le premier venu en Europe de ces régions, et dont les dimensions et les proportions particulières sembleraient permettre de déterminer les différences avec les variétés africaines connues. J'y reviendrai prochainement.

Dans mes collections figurent également, tant d'Abyssinie que de l'Est-Africain, de grandes séries d'Oiseaux, Reptiles, Batraciens, Poissons, Insectes et Mollusques, qui, dès à présent, ont permis d'établir un certain nombre d'espèces et même de genres nouveaux et dont l'étude est loin d'être terminée; enfin, des échantillons botaniques et minéralogiques; ces derniers ont déjà fait l'objet d'une Communication de M. Arsandeaux à l'Institut. En dehors des renseignements anthropologiques que j'ai recueillis, le Dr Roger a rassemblé des mensurations précises sur des tribus qu'on ne connaissait que de nom et par la mauvaise réputation que les rares voyageurs qui les ont traversées leur avait faite.

Je tiens aujourd'hui à attirer l'attention de l'Académie sur une dent que j'ai rapportée d'Abyssinie et qui semble d'un intérêt exceptionnel; je l'ai, en particulier, soumise à l'examen de M. Albert Gaudry et de savants anglais parmi lesquels l'Hon. Walter de Rothschild.

Cette dent, qui est une véritable défense, est longue de $0^m,56$ en ligne droite, et de $0^m,72$ en suivant la courbure. Elle est aplatie dans sa plus grande partie, arrondie vers la pointe, qui est entière, non entaillée par l'usure d'une dent opposée, lisse sur la face antérieure; la face postérieure a cinq cannelures profondes, dont la médiane se prolonge jusqu'à la pointe. M. Neuville, qui a fait l'examen de l'ivoire, le trouve guilloché, couvert d'un peu de cément, et dépourvu d'émail. La dent est formée de cornets emboîtés les uns dans les autres, laissant un vide à la base. M. Albert Gaudry pense que plusieurs de ces caractères sont assez semblables à ceux des défenses d'Éléphant, mais que l'aplatissement et les fortes cannelures de la face postérieure établissent une différence considérable. Au premier abord, l'échantillon a un peu l'apparence d'une canine inférieure d'Hippopotame, qui, n'ayant pas rencontré une canine supérieure opposée, se serait démesurément allongée. Cependant le mode d'insertion

dans la mâchoire est tout autre et l'absence de l'émail, si développé chez l'Hippopotame, empêche ce rapprochement.

La forme de la dent que nous décrivons porte à croire qu'il y avait une paire d'incisives rapprochées l'une de l'autre, comme dans le *Diprotodon* fossile d'Australie; mais les dents du *Diprotodon* ont de l'émail et s'usent à leur pointe. Il n'y a pas lieu d'établir une comparaison avec le *Pyrotherium* et l'*Astrapotherium* de Patagonie.

Il semble donc, aussi extraordinaire que cela puisse paraître, que cette dent ne peut provenir que de quelque grand quadrupède africain, d'un genre récemment éteint, ou qui a échappé jusqu'à ce jour aux recherches des explorateurs.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'hématine cristallisée.* Note de MM. **Piettre** et **Vila**, présentée par M. E. Roux.

I. Nous avons préparé l'hématine du sang de cheval en partant d'*oxyhémoglobine cristallisée.* Par la méthode que nous allons décrire, cette oxyhémoglobine se laisse scinder en deux constituants principaux : l'hématine cristallisée qui représente quantitativement la matière pigmentée du sang, et une matière albuminoïde, la *globine*, qu'il est facile de recueillir sans perte sensible.

L'hoxyhémoglobine est obtenue en suivant le mode opératoire que nous avons fait connaître (¹), nous ne pouvons mieux la définir qu'en donnant sa teneur en fer, dosé sur 5^{g} de matière pulvérisée, épuisée à l'éther et séchée à poids constant à 110°. Les cendres obtenues par une attaque sulfo-nitrique dans une large capsule de platine contenaient 0,308 pour 100 de fer.

Cette oxyhémoglobine est épuisée par de l'alcool méthylique à 99 pour 100 contenant 3 pour 100 d'acide formique pur. On chauffe au bain-marie, l'épuisement bien conduit se fait sans attaque appréciable de la globine que l'on décolore ainsi presque entièrement. Les extraits alcooliques sont distillés pour récupérer la majeure partie de l'alcool, et le résidu concentré est laissé à l'évaporation spontanée, qui doit se faire lentement.

Cette méthode, basée sur l'emploi de cristaux d'oxyhémoglobine pure, contraste

(¹) Piettre et Vila, *Comptes rendus*, 6 février 1905.

avec celles jusqu'ici employées ([1]); toutes les impuretés minérales ou organiques, inhérentes aux milieux biologiques, se trouvent écartées et notre réactif, d'ailleurs volatil, entre dans une si faible proportion qu'après deux ou trois lavages à l'eau, à l'alcool et à l'éther, nous n'avons pu le déceler dans les cristaux formés.

II. Le produit cristallisé, venant des solutions formo-alcooliques, est bien de l'hématine. Sa composition rappelle, aux erreurs d'expérience près, les chiffres indiqués par les auteurs qui ont préparé cette substance aussi pure que possible. Et d'ailleurs il est vain de discuter sur ces matières sans fournir de preuves analytiques.

	C.	H.	N.	Fe.
Chiffres d'Hoppe Seyler pour l'hématine amorphe...	64,30	5,50	9,20	8,83
Chiffres de Cazeneuve et Breteau pour l'hématine amorphe..................................	64,37	5,38	10,11	9,38
Chiffres calculés d'après l'hémine de Nencki........	64,68	5,40	9,46	9,46
Résultats de nos analyses I......................	64,30	5,20	9,7	9,30
» II....................	64,00	5,15	9,9	9,15
» III....................	64,00	5,30	9,8	9,20

La composition centésimale de notre préparation l'identifie, sous une forme cristallisée, aux diverses hématines amorphes que nous venons de citer.

Nous la désignons sous le nom d'*hématine cristallisée;* cette façon d'écrire évitant de compliquer inutilement la nomenclature déjà si encombrée de ces substances.

III. L'hématine cristallisée ressemble, par beaucoup de ses propriétés, aux corps obtenus au moyen des différentes méthodes que nous avons rappelées.

La forme cristalline est semblable à celle des cristaux d'hémine et d'acéthémine. Ce sont des aiguilles brillantes, noires à reflets bleu d'acier. Examinées au microscope elles font tourner le plan de polarisation de la lumière. L'extinction ne se fait pas suivant la direction des arêtes cristallographiques et l'ensemble des formes observées indique qu'il s'agit du système clinorhombique.

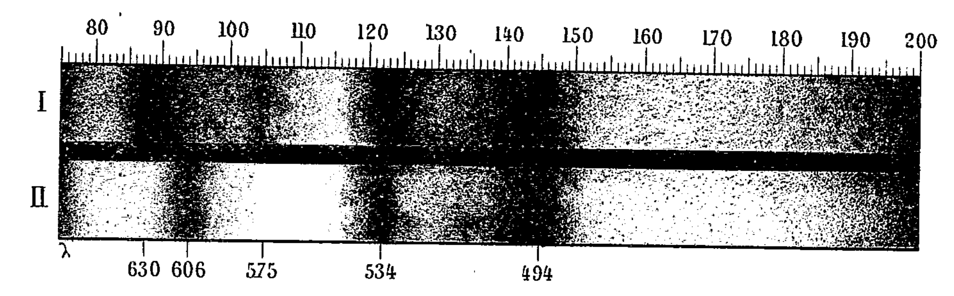
Le noyau fondamental de ces corps conserve par lui-même des propriétés spectrales indépendantes des impuretés qui se présentent selon les préparations. Nous donnons

([1]) Rollett, *Ann. des Sc. nat. Zoologie*, 5e série, t. I, 1864, p. 200. — Nencki et Sieber, *D. chem. G.*, t. XVII, p. 2267. — Nencki et Zaleski, *Zeit. physiol. Chem.*, t. XXX, p. 389. — Kuester, *Zeit. physiol. Chem.*, t. XL, p. 391-422. — Heppert et Marchlewski, *Zeit. physiol. Chem.*, t. XLI, p. 38 et t. XLII, p. 65.

ci-dessous, dans la mesure où la typographie peut rendre ces figures, la reproduction de très belles photographies que nous devons à M. Pierre Lambert :

I. Spectre de l'hématine en solution acide.

II. Spectre de l'hématine en solution alcaline.



Les clichés démontrent l'existence de quatre bandes d'absorption en solution acide, dont les axes sont : $\lambda = 630$, $\lambda = 575$, $\lambda = 534$, $\lambda = 494$, constantes spectroscopiques déjà mentionnées pour l'hémine et l'acéthémine cristallisées, sauf cependant la bande $\lambda = 575$ que nous avons très facilement reconnue à l'aide du dispositif de M. Étard, réalisé par l'emploi d'un tube de 20^{cm} de longueur contenant 50^{cm^3} d'une solution titrant $\frac{1}{1000000}$ d'hématine. Les solutions alcalines (ammoniaque aqueuse), au même titre d'hématine cristallisée, montrent dans ces conditions, outre la bande classique $\lambda = 606$, deux autres bandes, ayant respectivement comme axe $\lambda = 534$, $\lambda = 494$.

IV. Les différences que nous avons pu constater, entre l'hématine cristallisée, les hémines et les hématines amorphes, disparaissent devant une importante propriété, qui reste commune à tous ces corps.

Nous avons, en effet, annoncé avoir isolé de ces matières un principe immédiat ne contenant ni fer ni azote; ajoutons qu'il en a été extrait, aussi bien de notre substance que de l'acéthémine cristallisée, avec un rendement ayant déjà atteint 35 pour 100 de la matière séchée à 110°.

A l'aide de saponifications ménagées nous avons pu en réunir des quantités suffisantes pour la recherche et les analyses.

La substance isolée des cristaux de Nencki et Zaleski contient, pour 100 :

	C.	H.
I.	77,0	10,83
II.	77,6	10,42

Outre ces corps dosés, on ne peut mettre en évidence, par la réaction très sensible de Lassaigne (¹), que des traces impondérables d'azote. La

(¹) Lassaigne, *Comptes rendus,* t. XVI, 1843, p. 387.

même réaction nous a permis de remarquer la présence d'une quantité appréciable de soufre. Nous avons retrouvé cet élément dans les cristaux d'acéthémine de Nencki à la dose de (I) 0,27 pour 100 et (II) 0,30 pour 100, alors que nos connaissances ne permettaient pas de le prévoir.

En soumettant notre hématine cristallisée à une attaque semblable à celle que nous avions fait subir à la substance précédente, nous avons trouvé de même une matière ternaire exempte de fer, mais n'ayant cette fois aucune impureté, et contenant :

C.	H.
76,6	10,67

Ces différentes données analytiques montrent clairement que l'hématine et ses dérivés contiennent, en forte proportion, des substances ternaires de l'ordre des acides gras élevés.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action modératrice de la catalase sur les oxydations produites par les extraits de tissus animaux.* Note de M. F. **Battelli** et Mlle **L. Stern**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans des travaux précédents nous avons démontré que l'émulsion de muscle de chien ou de cheval décompose l'acide lactique avec dégagement de CO^2 en présence d'un sel ferreux, lorsqu'on fait intervenir l'oxygène. On sait depuis longtemps que le sulfate ferreux, en agissant comme une peroxydase, active énergiquement les oxydations produites par le peroxyde d'hydrogène. Les produits ultimes de l'oxydation sont analogues à ceux qui ont lieu dans l'organisme. Le glucose et les acides sont décomposés en CO^2 et en eau.

Les résultats de nos premières recherches venaient déjà à l'appui de l'idée que les oxydations qui ont lieu dans l'organisme animal sont dues essentiellement à la combinaison d'un peroxyde et d'une peroxydase; cette dernière substance serait représentée par l'anticatalase.

Nous avons fait d'autres expériences pour chercher à avoir une idée un peu plus précise sur la constitution du peroxyde qui se formerait dans les tissus animaux.

Le premier problème à résoudre était celui de savoir si nous devons admettre la formation du peroxyde d'hydrogène ou bien d'un peroxyde substitué.

Nous avons pensé que l'action bien connue de la catalase sur le peroxyde d'hydrogène pourrait être employée pour étudier cette question.

Bach et Chodat ont démontré que la catalase ne décompose que le peroxyde d'hydrogène; elle est sans action sur les peroxydes substitués tels que l'éthylhydroperoxyde. Par conséquent, nous pouvions supposer que, si dans les tissus animaux les oxydations sont accomplies par le peroxyde d'hydrogène, la catalase devrait empêcher ces oxydations. Si, par contre, les tissus animaux forment un peroxyde substitué, la catalase devrait être sans action.

Or nous avons constaté que la catalase ajoutée à un mélange de sulfate ferreux et d'émulsion musculaire diminue considérablement la décomposition de l'acide lactique.

Nous avons employé le procédé suivant. On broie 20g de muscle très frais de cheval ou de chien. On ajoute 2vol d'eau, 0g,30 de sulfate ferreux, 0g,60 de lactate de calcium et une quantité de catalase telle que 1cm³ du mélange décompose 15g de peroxyde d'hydrogène pur. Le tout est mis dans un thermostat à eau réglé à 37° et l'on fait passer un courant d'air continu, débarrassé de CO^2. Au bout d'une demi-heure on acidifie, et l'on continue à faire passer le courant d'air pendant 15 minutes. Après avoir traversé le mélange, l'air arrive dans des flacons contenant de la baryte.

On fait en même temps une expérience témoin dans un autre appareil, dans lequel on n'ajoute pas de catalase.

Nous avons trouvé que le trouble de la baryte est beaucoup plus considérable dans le cas où l'on n'a pas ajouté de catalase. La quantité de CO^2 qui se dégage varie d'une expérience à une autre. Comme chiffres moyens nous pouvons donner les suivants : le mélange auquel on n'a pas ajouté de catalase dégage de 20cm³ à 30cm³ de CO^2; le mélange auquel on a ajouté de la catalase dégage de 8cm³ à 12cm³.

Ces résultats nous amènent d'abord à admettre que dans les tissus animaux il se forme du peroxyde d'hydrogène, qui est activé par l'anticatalase. En outre on peut supposer que la catalase est un modérateur du degré des oxydations dans l'organisme. Elle agirait en empêchant que les oxydations de certaines substances aillent trop loin. C'est une hypothèse voisine de celle de Bach et Chodat qui admettent que le rôle de la catalase serait de régulariser les processus d'oxydation en détruisant l'excès de peroxyde qui pourrait se former.

Si l'on considère la richesse en catalase des différents tissus on constate que la quantité de catalase est considérable dans les organes glandulaires (foie, rein, etc.) et qu'elle est très faible dans les muscles, le cerveau, etc. Or, d'après l'hypothèse que nous venons d'émettre, les muscles et le cerveau sont pauvres en catalase, parce que ces tissus brûlent directement les

substances organiques, car leur rôle principal est celui de transformer l'énergie chimique en d'autres formes d'énergie. Les tissus glandulaires au contraire ont surtout pour fonction de transformer les substances organiques en d'autres substances plus ou moins complexes et non de les oxyder totalement. L'oxydation complète serait empêchée par l'intervention de la catalase.

Conclusions. — 1. La catalase diminue les oxydations produites par le sulfate ferreux en présence de l'émulsion de tissus animaux.

2. Ce résultat vient à l'appui de l'hypothèse qui admet la formation du peroxyde d'hydrogène dans les tissus animaux.

3. On peut supposer que le rôle de la catalase dans l'organisme est de s'opposer aux oxydations trop avancées des substances organiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur quelques composés minéraux qui peuvent jouer le rôle de la diastase liquéfiante du malt.* Note de M. **J. Wolff**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 22 mai 1905) nous avons montré, M. Fernbach et moi, l'influence importante de certaines substances minérales et, en particulier, de leur réaction, sur la viscosité des empois de fécule. J'ai observé que l'état de l'amidon joue dans les phénomènes de cet ordre un rôle capital en étudiant une modification de la fécule crue, qu'on obtient en la soumettant à l'action de certains oxydants.

Voici un mode de préparation de ce produit :

25g de fécule, aussi pure que possible, sont traités à froid par 50^{cm^3} d'une solution de permanganate de potasse à 1 pour 1000, renfermant de 10 à 15 pour 100 d'acide sulfurique ou de 6 à 7 pour 100 d'acide chlorhydrique. Au bout de 1 heure 30 minutes à 2 heures, le liquide est devenu incolore. On lave la fécule à l'eau distillée et on la sèche à 30°.

J'ai obtenu le même produit en employant comme oxydant un chromate, ou un bichromate, ou le chlore.

La fécule ainsi traitée conserve en apparence toutes ses propriétés. Ni son poids ni son aspect microscopique n'ont varié d'une façon appréciable. Elle fournit avec l'eau distillée des empois qui, à 5 pour 100, sont à peine moins visqueux que ceux qu'on obtient avec la fécule primitive. Les deux formes de fécule donnent aussi les mêmes produits lorsqu'on les traite par

le malt ou les acides; les empois de fécule traitée peuvent également subir la coagulation diastasique et la rétrogradation.

Toutefois, le nouveau produit présente une particularité curieuse : ses empois se liquéfient instantanément vers 70° lorsqu'on les met en contact avec une quantité minime d'une substance à caractère basique, telle que : ammoniaque, oxydes des métaux alcalins et alcalino-terreux, carbonates de ces métaux et même phosphates secondaires (alcalins à l'hélianthine). Le même effet peut être obtenu en préparant l'empois avec de l'eau ordinaire, qui agit par ses carbonates alcalino-terreux. Par contre, dans les mêmes conditions, les acides, les sels neutres, les phosphates acides n'ont aucune action sur ces empois.

L'effet liquéfiant des substances qui viennent d'être mentionnées est presque nul à froid; il augmente rapidement avec la température, en atteignant son maximum vers 70°-75°, ce qui permet de le rapprocher, jusqu'à un certain point, de l'action liquéfiante de l'extrait de malt, dont il ne diffère que parce qu'il persiste au-dessus de 80°.

Les empois obtenus avec de l'eau distillée sont légèrement acides à la phtaléine et l'on peut se demander si la liquéfaction ne coïncide pas exactement avec la neutralité vis-à-vis de ce réactif. Il n'en est rien : la liquéfaction peut se produire dans un empois légèrement acide ou légèrement alcalin; elle dépend essentiellement de l'énergie plus ou moins grande du traitement oxydant auquel on a soumis la fécule primitive.

Les empois liquéfiés, abandonnés à eux-mêmes à la température ordinaire, reprennent peu à peu et très lentement l'état gélatineux. La gelée formée se redissout très facilement à chaud, même un mois après sa formation, en donnant une solution limpide. Cette gelée se forme d'autant plus lentement que l'oxydation de la fécule a été plus énergique, et l'influence du degré d'oxydation se fait également sentir sur la vitesse de rétrogradation, ainsi que sur la solubilité de l'amylose précipitée après saccharification (me servant de la dénomination adoptée par M. Maquenne pour désigner l'amylocellulose).

Le traitement auquel la fécule a été soumise la débarrasse d'une grande partie des sels minéraux qui l'accompagnent. Toutefois, cette disparition de matières minérales ne suffit pas pour expliquer les phénomènes de liquéfaction indiqués plus haut, car ils n'apparaissent pas si l'on se contente, en traitant la fécule par l'acide chlorhydrique seul, de lui enlever la même proportion de sels. Après ce traitement, ainsi que nous l'avons montré,

M. Fernbach et moi (*loc. cit.*), l'action de la chaleur sur la fécule sèche a pour effet de produire de l'amidon soluble. Dans le cas que j'étudie, l'intervention d'une action oxydante donne naissance à une modification moins profonde, puisque le produit obtenu reste encore capable de fournir de l'empois, de se coaguler et de rétrograder (1).

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur l'hydrolyse diastasique de la xylane.*
Note de M. **Gaston Seillière**, présentée par M. A. Dastre.

Les recherches faites par divers auteurs, en vue d'obtenir, hors de l'organisme vivant, l'hydrolyse de la xylane par une diastase d'origine animale, n'ont en général donné que des résultats négatifs.

Pourtant Biedermann et Moritz (2) ont signalé que, dans la digestion de certaines membranes cellulaires par le suc intestinal de l'escargot, il y avait production, à côté des hexoses, de pentoses, la présence de ces dernières étant inférée de la seule réaction colorée fournie par la phloroglucine chlorhydrique.

Nous avons donc repris la question et étudié l'action du suc digestif d'escargot sur la xylane. Celle-ci a été préparée suivant le procédé indiqué par Maquenne (3), ou suivant la méthode de Salkowski (4). Les résultats obtenus ont été ensuite étendus à un certain nombre d'Invertébrés.

C'est cette série d'essais, dont quelques-uns ont fait l'objet de Notes à la Société de Biologie (5), que nous résumons ici.

Nous avons employé d'abord le suc contenu dans le tube digestif d'escargots communs (*H. pomatia* L.), maintenus à jeun depuis plusieurs semaines. Ce liquide, qui est sécrété par l'hépatopancréas, et où nous n'avons pas trouvé de sucres réducteurs, a été dilué de son volume d'eau, puis additionné de xylane. Il était préservé de l'intervention des microbes par le chloroforme ou le toluène.

---

(1) On trouve actuellement dans le commerce un produit breveté sous le nom d'*amidon soluble*, obtenu en oxydant la fécule par le permanganate de potasse; ce produit diffère cependant sensiblement, par son mode de fabrication et ses propriétés, de celui qui a été décrit dans la Note ci-dessus.

(2) *Pflüger's Archiv*, t. LXXIII, 1898, p. 236.

(3) L. Maquenne, *Les Sucres*, p. 728.

(4) *Zeitschrift für physiol. Chem.*, t. XXXIV, 1901, p. 162.

(5) Séances du 4 mars, du 3 juin et du 1er juillet 1905.

Après 24 heures d'étuve à 35°, les digestions étaient précipitées par l'alcool et déféquées par le sous-acétate de plomb et l'hydrogène sulfuré. Nous avons obtenu ainsi des liquides réduisant fortement la liqueur de Fehling, et donnant d'une manière intense, avec la phloroglucine et l'orcine chlorhydriques, les réactions des pentoses.

La phénylhydrazine a fourni une osazone cristallisée en longues aiguilles flexibles, fusible vers 160° et très soluble dans l'alcool, l'acétone et aussi dans un grand excès d'eau bouillante.

Bien que le point de fusion de cette osazone soit situé quelques degrés plus bas que celui de la xylosazone pure (fusible à 166° d'après G. Bertrand), son aspect caractéristique, sa solubilité et sa teneur en azote (trouvé, 17,03 pour 100 au lieu de 17,07 pour 100, calculé) concordent parfaitement avec celles de cette dernière.

En employant un suc chauffé pendant 10 minutes au bain-marie bouillant, la recherche des sucres réducteurs a été, au contraire, complètement négative.

Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que la xylane soit isolée au préalable pour qu'elle puisse être hydrolysée par le suc gastro-intestinal d'*Helix*. En faisant agir celui-ci, dans les mêmes conditions que plus haut, sur du bois de hêtre en sciure fine, il y a eu attaque partielle de la matière végétale. En outre du glucose et du maltose, il s'est formé du xylose que nous avons caractérisé par ses diverses réactions.

Le liquide qui, sous l'influence des vapeurs de chloroforme, s'écoule de l'hépatopancréas, hydrolyse aussi la xylane; mais la diastase, qui produit cet effet, n'est pas localisée uniquement dans l'organe hépatique et ses sécrétions; elle se retrouve aussi dans les glandes salivaires où Pacault (1) l'a signalée en même temps que nous.

Outre *Helix pomatia*, beaucoup d'autres pulmonés terrestres nous ont fourni la même diastase. Nous citerons : *Helix aspersa* Müll., *H. nemoralis* L., *H. carthusiana* Müll., *Limax variegatus* Drap., *L. arborum* Bouch., *Arion rufus* L.

Parmi les Gastropodes non pulmonés, *Patella vulgata* L., *Littorina littorea* L., *L. littoralis* L. nous ont donné des résultats aussi positifs que les *Helix;* mais ici la disposition du tube intestinal ne permettant pas commodément de recueillir le suc digestif pur, nous avons employé soit le liquide qui s'écoulait de l'hépatopancréas sous l'influence des vapeurs de chloroforme et d'un vide partiel (méthode de M. Dastre), soit la pulpe même de cet organe réduit en bouillie.

Les algues dont se nourrissent les Patelles et les Littorines sont, pour la plupart, très riches en pentosanes; ce fait concorde bien avec l'existence, chez ces Mollusques, d'une diastase capable de digérer ces hydrates de carbone.

---

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie,* séance du 1er juillet 1905.

Enfin dans le tube digestif d'une larve xylophage, celle du *Phymatodes variabilis,* Coléoptère de la famille des Cerambycides, nous avons pu aussi constater la présence d'une diastase très active sur la xylane.

Il est probable que la même diastase doit se retrouver chez la plupart des larves qui attaquent le bois; c'est ce que nous cherchons à vérifier tant par des essais de digestion *in vitro* que par des dosages de pentosanes dans les excréments de ces larves et le bois dont elles se nourrissent.

En résumé, nous pensons avoir montré qu'il existe chez beaucoup de Mollusques non carnassiers et chez certaines larves d'insectes, une diastase qui hydrolyse la xylane avec formation de xylose. Cette diastase pour laquelle nous proposons le nom de *xylanase* joue certainement, dans la nutrition de ces êtres, un rôle qui n'est pas négligeable.

GÉOLOGIE. — *Sur les charriages des Pyrenées ariégeoises et orientales.* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

Mon maître M. Michel Lévy et moi avons mis en évidence, en 1900 (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1736-1739), l'existence de contacts anormaux très importants, se poursuivant sur le bord des Pyrénées occidentales, depuis les environs de Bagnères-de-Bigorre jusqu'aux falaises de Biarritz; par leurs divers caractères, ces accidents rentrent dans la définition actuelle des *charriages*. Une nouvelle étude des environs de Biarritz m'a confirmé dans l'opinion que l'apparition du Trias y est due à des phénomènes de cette nature et, depuis lors, l'importance des nappes charriées dans les zones plus internes des Pyrénées occidentales a été mise en pleine lumière par les travaux de MM. Carez et Bresson pour les Hautes-Pyrénées et par ceux de MM. Termier et Fournier pour les Basses-Pyrénées; M. Termier vient même d'étendre leur rôle à la formation de la Cordillère cantabrique dans la province de Santander.

Les études que je poursuis depuis plusieurs années dans la partie orientale de la chaîne m'ont aussi amené à généraliser les constatations que j'avais faites au voisinage de l'Océan et elles me permettent de dire qu'avec évidence *les charriages constituent le trait fondamental de la tectonique pyrénéenne jusqu'à la Méditerranée*. Dans une Note présentée à l'Académie : *Sur le rôle des charriages dans les Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège* (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 543-545), j'ai montré que les charriages se

prolongent sur les feuilles de Bagnères-de-Luchon et de Foix. Je rappellerai que le fait le plus caractéristique, résultant de l'existence des nappes charriées, y est la conservation, à la base de celles-ci, d'amandes discontinues de terrains primaires; c'est, à mon avis, la seule interprétation possible des massifs primaires isolés en avant de la zone axiale et qui présentent toujours leurs couches les plus anciennes sur leur bord sud et en contact avec la couverture secondaire très laminée de la zone primaire axiale ou même directement avec les terrains primaires les plus récents de celle-ci.

J'ai vérifié, cet été, que le grand massif du Saint-Barthélemy se trouve bien dans ces conditions, ainsi que je l'avais prévu : les gneiss qui forment la base de sa série primaire sont nettement superposés aux calcaires secondaires de la rive droite de l'Ariège depuis Cazenave jusqu'à Axiat, tout le long du curieux fossé qui jalonne leur limite.

Pour la région située plus à l'Est, j'ai indiqué aussi (*Bull. Carte géol. Fr.*, n° 105) que les massifs primaires situés, sur la feuille de Quillan, en avant de la zone axiale résultent de la prolongation du même phénomène et qu'au point où le plus oriental de ces massifs se réunit à la zone axiale, au nord-ouest de Neffiach, *cette réunion est un enracinement* par-dessus les terrains secondaires qui, plus à l'Ouest, séparent les deux zones en question.

De nouvelles recherches m'ont fourni des faits intéressants relatifs aux nappes très plissées de la feuille de Quillan, dont je ne puis indiquer ici que les plus essentiels.

Le massif primaire de Salvezines, malgré son apparence de bombement autochtone, a la même origine que les autres de la même bande. Sa couverture de calcaires urgoniens présente sur son bord nord des accidents complexes, prolongation de ceux des gorges de Saint-Georges (*loc. cit.*), et elle est repliée en synclinal sur son bord sud, où son contact avec les calcaires noirs de Gincla se fait par une surface de chevauchement très redressée, prolongation directe de celle qui sépare les schistes granitisés et granites de Fenouillet des mêmes calcaires noirs de la forêt de Boucheville. J'ai d'ailleurs trouvé, à la descente du Col de Tuilla sur Fenouillet, une importante lame de schistes granitisés, conservée entre les calcaires urgoniens et les calcaires noirs. La séparation de la nappe d'avec sa racine est due à une allure fortement anticlinale des calcaires noirs, bien observable dans la forêt de Resclause, où ceux-ci montrent un noyau de calcaires urgoniens et sont recouverts par une carapace des mêmes calcaires, qui se réunissent à leur racine sans montrer en ce point de Primaire à la base de la nappe.

Le formidable développement des calcaires secondaires à la traversée de l'Aiguette, en aval de Sainte-Colombe, est dû à l'empilement de plusieurs nappes séparées par de

minces lames de schistes primaires; ces nappes traversent obliquement la vallée de l'Aude en aval de Gesse, formées encore d'énormes masses calcaires peu accessibles. Un peu plus à l'Ouest, au nord de l'Aude, dans la région de Bessède, Aunat et Rodome, on distingue très facilement deux nappes superposées, dont la base est marquée par deux affleurements de Primaire : l'un situé au sud de Rodome (nappe inférieure), l'autre bien plus important qui va de Belcaire à Bessède et que j'ai décrit déjà (*loc. cit.*). En ces points, les divers niveaux liasiques et les dolomies jurassiques s'observent aussi dans ces nappes; mais tous ces niveaux inférieurs à l'Urgonien disparaissent graduellement vers l'Est en se rapprochant de l'Aude, ce qui rend la distinction de ces deux nappes très difficile. J'ai pu néanmoins l'établir grâce à des lambeaux de ces termes inférieurs; en particulier, la base de la nappe supérieure est marquée, à la descente du Clat sur Gesse et à la traversée de l'Aude, par une très mince lame de schistes granitisés séparant deux masses de calcaires urgoniens, d'ailleurs fortement broyés de part et d'autre de la lame primaire.

J'ai reconnu aussi que ces nappes s'enracinent sur la rive droite de l'Aude, dans les pentes de la forêt de Gesse, formées par une alternance de lames secondaires et primaires, qui s'enfoncent sous le bord de la zone primaire principale. Or celui-ci montre plusieurs plis aussi couchés au Nord : ce sont évidemment les racines d'accidents analogues aux nappes précédentes, mais plus élevés. D'autre part, certains lambeaux urgoniens isolés sur l'Albien en avant des témoins principaux montrent que les nappes se sont étendues plus loin vers le Nord.

Il me semble, de plus, probable que le substratum des nappes précédentes n'est lui-même qu'une nappe encore inférieure, aussi très replissée, et je pense que la limite des charriages pyrénéens se trouvera reportée à la grande ligne de contact anormal qui, des environs de Belesta, vient passer un peu au sud de Quillan, puis au col Saint-Louis, au Pic de Bugarach, au nord des gorges de Galamus, etc. Les plis des Corbières se dégageraient de dessous cette nappe pyrénéenne et cela expliquerait la dissemblance qui existe entre les deux régions au point de vue tectonique comme à celui de la stratigraphie (en particulier l'absence du Crétacé supérieur et de l'Éocène au sud de la ligne en question).

En résumé, toute la partie centrale et orientale du versant nord des Pyrénées porte la trace de formidables poussées *venues du Sud;* mais les nappes que j'ai observées s'enracinent toutes non loin de l'endroit où nous les trouvons respectées par l'érosion. Au contraire, les plis du bord méridional de la zone primaire axiale sont poussés au Sud et, à partir de la région de Gavarnie, il a été constaté que des nappes sont aussi poussées au

Sud; M. Fournier, sur le Sud de la feuille de Mauléon, pense qu'elles sont aussi d'origine non lointaine. Il me paraît difficile d'admettre, avec M. Termier, que les Pyrénées tout entières sont dues à un charriage général et il me semble plutôt, dans l'état actuel de nos connaissances, qu'elles sont une chaîne à double déversement, dont l'axe tectonique est oblique à la direction orographique générale.

HYDROLOGIE. — *Sur Fontaine-l'Évêque et les abîmes du Plan de Canjuers* (*Var*). Note de MM. **E.-A. Martel** et **Le Couppey de la Forest**, présentée par M. Albert Gaudry.

Chargés, l'été dernier, par le Ministre de l'Agriculture, de l'étude hydrologique, géologique et hygiénique de la grande émergence de Sorps ou Fontaine-l'Évêque (Var), en vue de l'alimentation en eau potable de Marseille, de Toulon et du Var, nous avons eu, au cours de ce travail, à explorer (juillet-août 1905) les *avens* inconnus des plateaux calcaires jurassiques des Plans de Canjuers, au nord de Draguignan et au sud du Verdon. Trois de ces abîmes seulement étaient marqués sur les cartes. En réalité, nous en avons trouvé trente, et il y en a beaucoup d'autres; tous concourent à l'alimentation de Fontaine-l'Évêque.

Confirmant toutes les notions nouvelles sur la réelle origine et le véritable fonctionnement des gouffres ou puits naturels, ces avens de Canjuers se sont tous révélés comme des points d'absorption des eaux superficielles, formés de haut en bas par les eaux, engouffrées dans des fissures préexistantes.

Aucun ne s'est présenté comme produit par l'effondrement d'une voûte de caverne.

Les quatre plus profonds (80^m, 97^m, 103^m et 155^m) nous ont donné de précis renseignements sur le mode d'écoulement des eaux dans l'intérieur des Plans de Canjuers.

L'aven du Plan de l'Ormeau (profondeur 80^m, altitude 840^m), au Petit-Plan de Canjuers, communique par un petit conduit siphonnant très curieux avec une grande cavité conique qui doit se transformer, après les pluies, en un de ces réservoirs temporaires, locaux et *verticaux*, qui existent en grand nombre dans les terrains fissurés, et qui y remplacent, à des niveaux parfois très divers, la *nappe générale* ou le réservoir unique dont il est encore trop souvent question.

Le gros aven (au Grand-Plan de Canjuers, profondeur 103^m, altitude 873^m) aboutit à un réseau de petites galeries subhorizontales, expliquant très nettement les particularités hydrologiques qu'on y a parfois observées et que nous exposerons ailleurs. Il renfermait encore divers petits bassins d'eau, malgré la sécheresse prolongée de plusieurs mois.

L'aven de la Nouguière (Grand-Plan de Canjuers, altitude 877^m) était bouché à 97^m de profondeur; mais, comme la plupart des autres abîmes, il renfermait les carcasses des animaux morts que l'on continue à jeter dans les gouffres, malgré les prescriptions sévères (et inappliquées) de l'article 28 de la loi du 15 février 1902.

L'aven du Clos del Fayoun (altitude 847^m, au Petit-Plan de Canjuers) est perpendiculaire sur 90^m, puis en forte pente contournée en hélice sur 65^m; à 155^m sous terre, des fissures impénétrables à l'homme laissent lentement écouler, après les pluies, les masses d'eau qui s'y engouffrent en cascades. C'est encore un des innombrables réservoirs temporaires et verticaux du sous-sol calcaire. Les rétrécissements du bas de ces réservoirs retardent leur vidange et contribuent ainsi à la pérennité de l'égouttement général de ce sous-sol vers le grand collecteur de Fontaine-l'Évêque.

A l'époque actuelle, l'absorption par les avens n'a lieu qu'après les abondantes précipitations atmosphériques; mais, jadis, elle était permanente et beaucoup de raisons, trop longues à exposer ici, prouvent qu'aux époques éocène, oligocène ou miocène tout au moins, ces abîmes se sont formés et ont fonctionné comme déversoirs sous-lacustres de bassins fermés, ou comme captures de grandes rivières, 300^m à 400^m plus haut que le thalweg actuel de Verdon. On ne pourra acquérir des notions plus précises sur ce sujet qu'en étudiant avec soin les amas de terre qui sont, par places, cultivés dans les dépressions des Plans de Canjuers et qui renferment certainement bien autre chose que la simple terre rouge de décalcification; des alluvions tertiaires dont l'âge sera délicat à déterminer y sont assurément mélangées.

Tous ces abîmes ne sont donc plus que les hauts affluents supérieurs, les tributaires intermittents (après les grandes pluies) du réseau hydrologique souterrain qui alimente Fontaine-l'Évêque (à 410^m); nous expliquerons ultérieurement comment une expérience de coloration à la fluorescéine, remarquablement bien réussie, et comment l'exploration du grand cañon du Verdon nous ont fourni les plus probantes indications sur l'allure et la forme de ce réseau souterrain.

Pour les avens, nous retiendrons seulement que, comme tous leurs semblables, ils peuvent accidentellement, et surtout s'ils continuent à servir de charniers et de dépotoirs, convoyer sous terre des éléments de contamination jusqu'à Fontaine-l'Évêque même; il est vrai que ce danger n'est

pas permanent et que, en raison du nombre restreint des habitations sur les Plans de Canjuers, il paraît, dans une heureuse mesure, moins redoutable que pour beaucoup d'autres résurgences de France; en tous cas, l'eau de Fontaine-l'Évêque est très nettement supérieure en qualité aux éléments actuels d'alimentation des grandes villes qui projettent sa dérivation, notamment à la Durance de l'aqueduc de Roquefavour; néanmoins, on ne saurait réaliser le captage de cette émergence sans assurer, pour les avens de Canjuers, l'exécution formelle de la loi de 1902. Il suffira, pour cela, de recourir aux moyens mêmes que fournit cette loi et aux précautions longuement expliquées dans le rapport spécial et détaillé de notre mission.

PHYSIQUE DU GLOBE. — MM. **Kilian** et **Paulin** adressent de Grenoble, à la date du 8 décembre, la dépêche suivante :

Sismographe Kilian-Paulin a enregistré ce matin, $9^h 52^m 30^s$ méridien Paris, secousse sismique verticale.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 novembre 1905.

(Suite.)

Catalogue des plantes nouvelles rares ou intéressantes, phanérogames, cryptogames, vasculaires et cellulaires, ainsi que quelques hybrides remarquables des environs de Montfort-l'Amaury et de la forêt de Rambouillet, par Mlle Marguerite Beleze. Le Mans, Vve E. Monnoyer, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Chatin. Hommage de l'auteur.)

Nouvelles recherches sur le poids atomique de l'azote, par M. Philippe-A. Guye. Paris, Masson et Cie, 1905; 1 fasc. in-8°.

La capacité pulmonaire chez les tuberculeux; Communications présentées, au

Congrès international de la Tuberculose, par GRÉHANT et A. CHARLIER. Paris, 1905; 1 fasc. in-8°.

Statistique annuelle de Géographie comparée, 1905, par JEAN BIROT. Paris, Hachette et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La France mutualiste, revue des Sociétés de secours mutuels, paraissant vers la fin de chaque mois, sous la direction de LÉON GUILLOT; 6e année, n° 57, octobre 1905, Paris; 1 fasc. in-4°.

Catalogue of type specimens of fossils, minerals, rocks and ores, prepared under the direction of GEORGE-P. MERRILL, Part I : *Fossil invertebrates.* (*Bull. of the U. S. national Museum,* n° 53, part I.) Washington, 1905; 1 vol. in-8°.

Kungl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar; Bd. XXXIX, nos 1-5. Upsal, 1905; 5 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 juillet 1905.)

Page 179, ligne 8, *au lieu de* P. GOURÉ DE VILLEMONTÉE, *lisez* G. GOURÉ DE VILLEMONTÉE.

(Séance du 4 décembre 1905.)

Note de M. *Em. Vigouroux,* Action du silicium sur l'aluminium pur, etc. :

Page 952, ligne 21, *au lieu de* 2° nous réduisons en poudre les silicates, ou des mélanges de silice et d'oxydes, *lisez* 2° nous réduisons des poudres soit de silicates, soit de mélanges de silice et d'oxyde.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1905,

PRÉSIDÉE PAR M. TROOST.

M. **Troost** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

« En ouvrant cette séance, le Président a, suivant une pieuse tradition, le devoir de rendre un dernier hommage à ceux de nos Confrères que la mort nous a enlevés dans le courant de l'année et de rappeler au moins brièvement quelques-uns des progrès dus à leur activité scientifique.

» Depuis notre dernière réunion annuelle, l'Académie des Sciences a perdu M. Potier, Membre de la Section de Physique; M. Bichat, Correspondant de cette même Section, et M. le baron de Richthofen, Correspondant de la Section de Minéralogie.

» M. Potier, né à Paris le 11 mai 1840, entrait à l'École Polytechnique à 17 ans et passait, 2 ans après, à l'École des Mines.

» En 1863, il était attaché au sous-arrondissement minéralogique de Paris.

» Nommé ingénieur à Chartres en 1864, il était chargé de terminer la carte géologique du département d'Eure-et-Loir commencée par Laugel.

» Quelques années après, lorsque Élie de Beaumont et de Chancourtois fondèrent le Service de la Carte géologique détaillée de la France, carte à grande échelle, comparable à la Carte d'État-Major à $\frac{1}{80000}$, les qualités dont M. Potier avait déjà fait preuve le désignèrent pour faire partie du Service dès son origine, et spécialement pour les études topographiques souterraines.

» Il eut occasion de tirer parti de ces études pendant le siège de 1870 : nommé capitaine auxiliaire du Génie, il dirigea la marche en avant qui précéda le combat de Bagneux. Connaissant les moindres replis du terrain

et les carrières de cette partie des environs de Paris, il avait successivement tourné et fait occuper Arcueil-Cachan et la maison Millard.

» Une nuit, il eut même la témérité de traverser les lignes ennemies pour aller visiter une carrière souterraine de gypse et reconnaître s'il serait possible de la miner et de la faire écrouler en entraînant une des batteries qui menaçaient le plus les forts de la rive gauche.

» Ingénieur des Mines, doué d'une prodigieuse activité jointe à une érudition qui était légendaire, M. Potier a fait de nombreux relevés sur le terrain, et la Géologie lui est redevable de résultats d'un grand intérêt :

» Ainsi, il a publié un important travail sur les failles de l'Artois et sur les affleurements houillers sous les terrains secondaires du Nord de la France.

» Après ses explorations dans le Nord et dans le bassin de Paris, M. Potier s'est attaqué à l'un des problèmes les plus difficiles que le Service de la Carte géologique ait eu à résoudre : il s'agissait de la constitution et du mode de formation de la Chaîne des Alpes.

» M. Lory étudiait avec succès la partie nord des Alpes françaises, dans le Dauphiné et en Savoie; M. Potier a pensé que par une étude de la partie plus au Sud, dans la région des Alpes-Maritimes, on pourrait peut-être arriver à se faire une idée nette de l'ensemble de la Chaîne.

» Il s'est attaché à déterminer la constitution minéralogique, le gisement et l'âge des roches éruptives et des assises stratifiées des départements du Var et des Alpes-Maritimes.

» Les résultats de ce travail ont été vérifiés et consacrés par la Société géologique dans la réunion extraordinaire qu'elle a tenue en 1877 à Fréjus et à Nice, et dont il avait été chargé de guider les principales excursions.

» En faisant ainsi connaître les grands traits de la géologie de ce pays, M. Potier a fait disparaître quelques-unes des difficultés du problème alpin, dont une solution plus approfondie ne devait être donnée que 10 ans plus tard par la découverte géniale de notre Confrère M. Marcel Bertrand.

» Lorsqu'il fut question, vers 1874, de relier la France et l'Angleterre par un tunnel sous-marin, on reconnut que les renseignements provenant de l'examen des falaises constituées par les terrains crétacés du cap Blanc-Nez en France et de Folkestone en Angleterre, étaient insuffisants pour résoudre la question de la continuité de ces terrains entre les deux rives du détroit, et pour décider s'il serait possible de maintenir le tunnel dans une même couche sensiblement imperméable, sans que le tracé présentât des inflexions gênantes pour l'exploitation. L'exploration géologique du fond

du détroit fut reconnue indispensable; elle fut confiée à une Commission composée d'un Ingénieur hydrographe, M. Larousse, et de deux Ingénieurs des Mines : M. de Lapparent, qui avait formulé le principe scientifique de la recherche, et M. Potier, jugé plus apte que tout autre à en assurer le succès.

» De nombreux sondages furent pratiqués en 1875 et surtout en 1876, le long d'une série de lignes parallèles très rapprochées, suivies par M. Larousse, entre les deux rives du détroit. L'examen et la détermination, par les deux Ingénieurs des Mines, des échantillons obtenus dans ces sondages leur donnèrent la certitude qu'il serait possible de conduire à bonne fin et sans dépenses extraordinaires une entreprise destinée à développer dans une proportion considérable les relations commerciales et la prospérité de la France et de l'Angleterre.

» A la suite de ces constatations, une Compagnie se chargea de creuser sur la côte anglaise et sur la côte française des puits profonds et des galeries d'étude pénétrant sous la mer pour permettre de se rendre compte expérimentalement des conditions dans lesquelles une des couches inférieures de la craie, dite *craie de Rouen,* pourrait être attaquée, et comment elle se comporterait, notamment au point de vue des infiltrations.

» Du côté français, 1350^{m} de galerie ont été poussés sous la mer à partir d'un puits creusé à l'extrémité du promontoire du cap Blanc-Nez, sur la plage du village de Sangatte. Dans le même temps, du côté anglais, la galerie d'expériences atteignait 700^{m}; elle conduisait aux mêmes prévisions que du côté français, en ce qui concerne l'innocuité des infiltrations et la facilité que présenterait le travail.

» C'est à ce moment que se produisit l'opposition anglaise au tunnel, opposition qui fut officiellement confirmée par une Commission royale réunie en 1883.

» La question en est restée là depuis 22 ans.

» On a pu croire tout dernièrement qu'elle allait être examinée de nouveau.

» En effet, depuis que l'entente cordiale entre la France et l'Angleterre est devenue un fait réel et que l'opinion publique dans les deux pays s'est orientée du côté de cette entente, la question du tunnel a été agitée.

» L'application des progrès scientifiques récents, notamment en électricité, aurait considérablement facilité la construction d'abord et, ensuite, l'exploitation du tunnel sous-marin.

» C'est ainsi que le dégagement des gaz et des fumées par les machines à vapeur qui, il y a 22 ans, faisait de l'aération du tunnel un problème

très difficile et plein d'aléas, était complètement supprimé par l'emploi de la traction électrique.

» Le moment paraissait donc propice pour la discussion. Des Chambres de commerce ont, des deux côtés du détroit, insisté sur l'intérêt matériel et moral considérable de cette œuvre qui faciliterait les échanges économiques et qui, en rendant plus fréquents les heureux rapports fondés sur la communauté des intérêts des deux nations, contribuerait à leur prospérité mutuelle.

» Un membre important de la Chambre des Communes a fait annoncer dans les journaux qu'il interpellerait son Gouvernement pour poser de nouveau la question du tunnel devant l'opinion publique anglaise; mais on n'a pas tardé à reconnaître que cette opinion n'a pas encore fait tous les progrès que beaucoup d'esprits éclairés d'Angleterre souhaiteraient.

» Satisfaite de sa situation complètement insulaire, l'Angleterre hésite encore à renoncer, suivant l'expression poétique de Shakespeare, « à la » ceinture de son ruban d'argent qui l'entoure de toutes parts ».

» L'examen de la question est donc ajourné, mais les résultats du travail de nos deux Confrères, MM. Potier et de Lapparent, et les déterminations qui ont fixé la constitution géologique du détroit du Pas-de-Calais, œuvre à laquelle le nom de Potier demeurera toujours attaché, sont définitivement acquis; ils serviront de guides le jour plus ou moins éloigné où l'exécution du tunnel sous la Manche sera définitivement résolue.

» Jusqu'au moment de sa mise à la retraite comme Inspecteur général des Mines en 1902, M. Potier est resté attaché au Service de la Carte géologique et a été, avec Munier-Chalmas, le conseil le plus compétent et le plus écouté au point de vue stratigraphique.

» Mais ses travaux de prédilection, ceux auxquels il s'est plus spécialement consacré, et qui devaient lui valoir une réputation universelle, sont ses travaux de Physique mathématique et de Physique expérimentale.

» On lui doit de belles recherches sur la théorie mécanique de la chaleur, sur l'entraînement des ondes lumineuses par la matière pondérale en mouvement, sur la relation entre cet entraînement et la polarisation rotatoire magnétique, et enfin sur diverses autres questions se rattachant à la lumière polarisée.

» Il s'est occupé avec passion des applications de l'Électricité et, à l'Exposition internationale de 1881, il a pris une part très active aux travaux de la Commission chargée d'étudier les conditions de fonctionnement des appareils magnéto et dynamo-électriques, et de déterminer les moyens de mesurer l'énergie dépensée par ces machines.

» M. Potier qui, depuis 1867, professait la Physique à l'École des Mines, fut naturellement désigné par ses études pour faire les conférences qu'à partir de 1887 l'Administration jugea utile d'instituer à cette École sur les applications industrielles de l'Électricité; son enseignement se montra si efficace et si nécessaire qu'on y créa pour lui, en 1893, une chaire d'Électricité industrielle.

» Répétiteur de Physique à l'École Polytechnique en 1867, il y était devenu professeur en 1881.

» En 1891, M. Potier succéda à Edmond Becquerel comme Membre de la Section de Physique de l'Académie des Sciences. L'activité de son intelligence ne s'est pas ralentie depuis, malgré les souffrances physiques qui ne tardèrent pas à l'éprouver, et il continua à exercer une très profonde et très heureuse influence sur le développement de l'industrie électrique.

» En 1900, il a présenté au Congrès international de Physique un rapport magistral sur les courants polyphasés, leur production, leurs transformations et leur utilisation.

» C'est sa dernière grande contribution à l'exposé et à la solution des difficiles problèmes soulevés par les applications industrielles de l'Électricité.

» Mais on a fait justement remarquer qu'on aurait une idée très incomplète de son rôle scientifique et de son influence sur les progrès de la Physique, si on les mesurait exclusivement aux Mémoires qu'il a publiés.

» Pendant plus de vingt ans, M. Potier a dirigé, par ses précieux conseils et par ses encouragements, les travaux des ingénieurs électriciens. Qui pourrait dire le parti qu'ont tiré de son érudition, de sa critique si bienveillante et si suggestive, tous ceux qui, savants ou industriels, sont venus l'entretenir de leurs projets ou des problèmes dont ils ne trouvaient pas la solution, ou de leurs découvertes encore insuffisamment mises au point? Au cours de ces entretiens, dans lesquels il s'absorbait, M. Potier oubliait ses souffrances et dépensait sans compter l'énergie qu'il mit jusqu'à son dernier jour au service de la Science.

» M. Bichat, admis à l'École Normale supérieure en 1866, en sortait, trois ans après, premier agrégé des Sciences physiques.

» Reçu docteur en 1873, avec un important Mémoire sur la polarisation rotatoire magnétique, il publiait des travaux sur l'induction en 1875, et sur le pouvoir rotatoire magnétique des liquides et de leurs vapeurs en 1879.

» Il avait été chargé, dès 1876, du cours de Physique à la Faculté des Sciences de Nancy, qu'il n'a plus quittée; il y était attiré par sa profonde affection pour ses parents qui habitaient la Lorraine.

» On lui doit d'intéressantes recherches qu'il a exécutées soit seul, soit avec M. Blondlot, sur les questions les plus variées d'Optique et d'Électricité.

» Les suffrages de ses collègues, et ceux de ses concitoyens, le firent successivement élire Doyen de la Faculté des Sciences, Membre du Conseil municipal de la ville de Nancy, et Membre du Conseil général de Meurthe-et-Moselle, qu'il fut appelé à présider.

» Grâce à la légitime influence que M. Bichat n'avait pas tardé à acquérir dans ces assemblées et auprès des représentants de la grande industrie de la région, grâce à l'appui efficace qu'il a trouvé chez notre Confrère, M. Liard, alors Directeur de l'Enseignement supérieur, grâce, enfin, à l'infatigable ardeur de notre Confrère, M. Haller, son collègue de Chimie, la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy a pu mener à bien, et dans un temps relativement court, la construction de son Institut de Chimie, de son École de brasserie et de son Institut électrotechnique.

» La fin prématurée de M. Bichat ne lui a pas permis d'assister à la réalisation de l'Institut de Physique, dont il s'occupa jusqu'à ses derniers moments avec sa compétence spéciale et son inlassable activité.

» L'ensemble des professeurs des Facultés des Sciences des diverses Universités l'avait envoyé siéger au Conseil supérieur de l'Instruction publique et il avait été, en 1893, élu Correspondant de l'Académie des Sciences pour la Section de Physique.

» Cette trop brève énumération suffit à montrer l'heureuse impulsion que le savant a contribué à donner aux études, et la grandeur des services qu'il a rendus à la Science et à son pays.

» M. le baron Ferdinand de Richthofen, Professeur de Géologie à l'Université de Berlin, a été nommé Correspondant de l'Académie des Sciences pour la Section de Minéralogie, le 31 décembre 1894, en remplacement de Nicolas de Kokscharow.

» A l'âge de 27 ans, il s'était fait connaître par la publication d'un important Mémoire sur le Tyrol méridional. Cette région pittoresque est l'une des plus curieuses du Globe. C'est là que se dressent les pics dolomitiques, dont les formes hardies sont si admirées par les touristes, et dont l'origine a exercé la sagacité des géologues. Après avoir étudié les terrains stratifiés et les roches éruptives de la Hongrie et de la Transylvanie, il se rendit en Amérique pour appliquer son expérience et son activité à l'analyse des roches volcaniques de la Californie.

» En 1867, les portes de la Chine, qui, depuis des siècles, étaient restées

rigoureusement fermées, furent enfin ouvertes aux Européens. M. de Richthofen entreprit immédiatement de faire connaître la constitution géologique de cet immense empire. Il y exécuta la grande exploration qui a illustré son nom. De 1868 à 1872, il parcourut la Chine en tous sens. En 1873, il rapportait, avec ses carnets d'observation, des collections considérables et se livrait à la laborieuse coordination des matières accumulées.

» Les résultats en sont consignés dans un magnifique Ouvrage, dont l'apparition a été un véritable événement scientifique. Pour la première fois, une des plus importantes et des plus considérables contrées de la Terre livrait aux géologues une partie de ses secrets.

» On y trouve la très remarquable synthèse de l'orographie du continent asiatique, synthèse qui n'avait jamais été tentée depuis la publication de l'*Asie centrale*, par Alexandre de Humboldt.

» L'une des révélations les plus intéressantes que contienne cet Ouvrage est celle de l'énorme étendue que le terrain houiller occupe en Chine.

» Parmi les nombreux bassins houillers qu'il fait connaître, on peut citer, en particulier, celui de la province de Shen-si, où les gisements s'étendent sur près d'un million de kilomètres carrés.

» Dans la vallée du Yang-Tse, le long des berges du fleuve, émergent des dépôts de houille qui se prolongent au nord jusque dans la région montagneuse; et, pour se procurer le combustible dont ils ont besoin, les habitants n'ont qu'à gratter la surface des couches ou à détacher avec un pic des blocs de charbon.

» M. de Richthofen a, de plus, constaté que presque partout d'abondants minerais de fer accompagnent la houille.

» On peut juger par là de la puissance industrielle considérable que ce pays pourra acquérir le jour où il sera pourvu des moyens de transport qui lui sont nécessaires.

» Cette exploration de la Chine a marqué une date dans l'histoire de la constitution minéralogique de notre Globe. Elle a classé son auteur parmi les plus éminents géologues.

» Président depuis de longues années de la Société de Géographie de Berlin, le baron de Richthofen jouissait d'une grande influence due à son caractère autant qu'à sa science.

» Il en a recueilli le témoignage en 1899, lors du Congrès de Géographie de Berlin, où il exerça la présidence avec autant d'autorité que de distinction.

» Nous sommes douloureusement impressionnés par les pertes que nous

avons subies, mais la Science continue à progresser : nous avons souhaité la bienvenue parmi nous à M. P. Curie qui nous a fait connaître les propriétés si imprévues du Radium; et, pour occuper les places devenues vacantes parmi nos Correspondants, par la mort de Williamson et de Gibbs, nous avons élu le professeur L. Henry, de l'Université de Louvain, et le professeur Van't Hoff, directeur de l'Institut physique de Charlottenbourg.

» J'ai, en terminant, l'agréable devoir de vous signaler le grand succès que vient de remporter l'un de nos Confrères.

» L'Académie de Budapest a fondé un prix international de 10000 couronnes (environ 10500^{fr}) en mémoire du grand mathématicien hongrois Jean Bolyai.

» Ce prix doit être attribué tous les cinq ans à l'œuvre mathématique la plus remarquable, produite pendant ces cinq années. Il est décerné, pour la première fois, au mois de décembre 1905 le jour du centenaire de la naissance de Bolyai.

» Le jury est international, comme le prix à décerner; il est composé de deux membres hongrois et de deux membres étrangers.

» Les membres hongrois du premier jury ont été : MM. Kœnig et Gustave Rados, tous deux professeurs à l'École Polytechnique de Budapest; les deux membres étrangers étaient : M. Félix Klein, professeur à l'Université de Gœttingue, et M. Gaston Darboux, Secrétaire perpétuel de notre Académie des Sciences. M. Darboux a été élu président du jury.

» Après une discussion approfondie, dans laquelle elle s'est attachée à distinguer entre une foule d'excellents travaux ceux qui ont eu la plus grande influence sur le développement des recherches mathématiques, la Commission s'est arrêtée à une décision qui a été prise à l'unanimité : elle a attribué le prix Jean Bolyai à notre éminent Confrère, M. Henri Poincaré. Saisissant cette occasion pour féliciter notre sœur l'Académie hongroise du service qu'elle a rendu à la recherche scientifique en instituant un prix en l'honneur d'un des savants dont les travaux honorent l'humanité, je suis heureux de présenter au premier lauréat du prix Jean Bolyai les félicitations de l'Institut tout entier, et d'applaudir au triomphe que lui doit la Science française dans ce tournoi international de la pensée humaine. »

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1905.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq; Émile Picard, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Stouff** pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

L'Académie adopte cette proposition.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Haton de la Goupillière, Schlœsing, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur.)

Le prix Montyon de Mécanique est décerné à M. **Mesnager**, pour ses travaux théoriques et expérimentaux sur la théorie de l'élasticité et la résistance des matériaux.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX FOURNEYRON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Haton de la Goupillière, Schlœsing, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné. La Commission maintient le sujet du prix pour le concours de 1908 :

Recherches théoriques ou expérimentales sur les turbines à vapeur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Haton de la Goupillière, Schlœsing, Poincaré; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, décerne le prix à M. **Lallemand**, Ingénieur en chef au Corps des Mines, Directeur du Nivellement général de la France, pour l'ensemble de ses travaux sur la figure de la Terre et des perfectionnements qu'il a apportés aux instruments relatifs aux nivellements et aux mesures géodésiques.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt; Vieille, Bertin, rapporteurs.)

Sur la proposition de la Commission, l'Académie attribue un prix de *quatre mille francs* à M. le Colonel **Gossot** et M. l'Ingénieur en chef

Liouville; un prix de *mille francs* à M. **Caré**, Lieutenant de vaisseau, pour perfectionnement à la manœuvre en profondeur dans la navigation sous-marine; un prix de *mille francs* à M. **Merlu**, Mécanicien en chef.

Rapport sur les travaux de MM. Gossot *et* Liouville, par M. **Vieille**.

M. le Colonel **Gossot** et M. l'Ingénieur en chef **Liouville** apportent, dans un Mémoire étendu, une étude complète des effets balistiques des poudres B.

Les auteurs ont tenu à rappeler que les éléments de leur étude se trouvent à peu près tous dans les premiers travaux de M. Sarrau; mais, si les bases de leur analyse, et en particulier l'équation différentielle du mouvement du projectile, sont empruntées aux travaux de notre illustre confrère, la méthode qu'ils ont suivie est entièrement originale et mérite de retenir l'attention.

Les auteurs ne demandent, à l'équation différentielle, que de faire connaître les variables entre lesquelles peuvent exister des relations numériques, c'est-à-dire des relations toujours vérifiées, quelles que soient les données particulières relatives au choix des poudres et des bouches à feu.

L'homogénéité *spéciale* que présente l'équation différentielle permet d'affirmer que des fonctions connues de la vitesse initiale ou de la pression maximum et des éléments du tir ne dépendent que de deux variables formées par des groupements connus *a priori* des éléments qui définissent le canon, le chargement et le mode de combustion de l'explosif.

Si donc pour des tirs actuellement réalisés on parvient à chiffrer la valeur des variables, on pourra expérimentalement construire les surfaces représentatives des fonctions liées aux vitesses initiales et aux pressions.

Une représentation analytique correcte de ces surfaces expérimentales fournira ensuite les formules cherchées des vitesses et des pressions en fonction des éléments du tir.

Telle est la tâche entreprise par MM. Gossot et Liouville. Plus de 4000 conditions de tir ont servi à la détermination expérimentale des surfaces, et ces conditions ont varié dans une amplitude telle qu'il y a lieu de considérer la forme de ces surfaces comme connue jusqu'aux régions extrêmes susceptibles d'utilisation balistique.

Elles restent en tout cas toujours revisables et prêtes à recevoir les points résultant de nouvelles conditions de tir.

Pour mettre en œuvre leur méthode, les auteurs font appel à toutes les données expérimentales que les progrès de l'étude des explosifs ont permis d'acquérir. C'est ainsi que la loi de variation des vitesses élémentaires de combustion avec la pression, que le coefficient dans lequel se résume pour chaque type de poudre l'influence de la forme du grain et de sa durée de combustion, sont empruntés aux expériences de laboratoire, au lieu de subsister dans les formules comme des éléments arbitraires destinés à assurer la représentation des effets balistiques.

En substituant, à des symboles de signification incertaine, des données précises empruntées aux mesures expérimentales directes du fabricant d'explosifs, MM. Gossot et Liouville ont rendu possible pour la première fois la prévision correcte, même pour les plus gros calibres, des effets balistiques d'une poudre n'existant qu'à l'état d'échantillons de quelques grammes, insuffisants pour le tir. Inversement, leurs formules permettent de déduire du tir des données relatives à l'explosif possédant une signification pratique pour l'usine.

Une des plus importantes parties du Mémoire est consacrée à la discussion des problèmes balistiques multiples, que ces formules permettent de résoudre. Les variables, en balistique intérieure, sont au nombre de huit entre lesquelles ont été établies seulement deux relations : celles qui donnent la vitesse et la pression en fonction des autres éléments.

Dans les études de bouches à feu, trois éléments peuvent être regardés comme fixés par des raisons de service. Il reste donc encore trois variables arbitraires, dont l'indétermination laisserait inextricable la discussion des diverses conditions de tir. Pour fixer une variable de plus, les auteurs ont eu recours à certaines conditions de maxima ou de minima auxquelles il est en effet naturel d'astreindre certains éléments tels que vitesse, pression, longueur de la pièce, etc. Grâce à cet artifice, les résultats utiles peuvent être classés dans des Tables à double entrée.

C'est ce travail énorme qu'ont effectué MM. Gossot et Liouville : les Tables qui figurent dans leur Mémoire épargnent aux praticiens de longs calculs et leur donnent le moyen de choisir telle ou telle solution, en vue d'avantages particuliers, connus à l'avance par la nature de la Table choisie.

En résumé, le Mémoire de MM. **Gossot** et **Liouville** marque une étape importante dans le développement de la balistique intérieure, et votre Commission attribue à l'unanimité aux auteurs de ce Mémoire les deux tiers du prix extraordinaire de la Marine, soit *quatre mille francs*.

Rapport sur les travaux de M. MERLU,
par M. **BERTIN**.

Depuis quelques années, et surtout à la suite de l'adoption de chaudières nouvelles, très sensibles à l'état de chargement des grilles et d'intensité des feux, la marine de guerre a repris et même généralisé l'emploi de la chauffe méthodique autrefois préconisée par M. le contre-amiral Labrousse.

Divers appareils ont été proposés pour donner automatiquement aux chauffeurs le signal des chargements à exécuter. Parmi ces appareils, le plus complet et le plus ingénieux paraît être celui de M. le Mécanicien en chef **MERLU**.

Des commissions d'essai, à bord de la *Dévastation* et du *Suffren*, ont rendu un compte favorable des expériences faites avec cet appareil. Toutefois son emploi ne se généralisera probablement que si son auteur y introduit quelques simplifications.

Le soin apporté par M. Merlu à ses recherches et l'intérêt de la question qu'il se propose de résoudre au point de vue de la marche des navires de guerre méritaient à la fois une récompense et un encouragement. La Commission attribue donc à M. **MERLU** une somme de *mille francs* sur le prix extraordinaire de *six mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille; Bertin et Boussinesq, rapporteurs.)

Rapport sur les travaux de M. MAURICE; par M. **BERTIN**.

La chaudière récupérative inventée par M. **MAURICE**, Ingénieur en chef de la Marine, jouit de la propriété de continuer à fournir de la vapeur pendant plusieurs heures après l'extinction des feux.

Le principe de la récupération de la chaleur consiste dans l'emploi d'un mélange de sels à grande chaleur spécifique entourant la plus grande partie

du faisceau tubulaire; la température de ces sels s'élève à 450° environ pendant la chauffe. Le résultat constitue une solution nouvelle, avec économie de poids et d'encombrement, du problème autrefois résolu par l'emploi de réservoirs d'eau surchauffée.

Après l'épuisement de la chaleur accumulée, au cours de la marche feux éteints, la réaccumulation se fait rapidement avec les feux rallumés.

Le résultat des premières expériences faites à Cherbourg permet d'espérer des résultats favorables d'une application actuellement à l'étude.

L'originalité des recherches de M. **Maurice** et la persévérance mise à les poursuivre justifient l'octroi du prix Plumey de *deux mille cinq cents francs*.

Rapport sur les travaux de M. de Maupeou; par M. **J. Boussinesq**.

Parmi les Mémoires de Mécanique appliquée que nous avions à examiner pour le *prix Plumey*, nous n'avons pu nous empêcher d'en remarquer deux ayant pour titres, l'un : *Déformations des solides sous l'action de forces parallèles*, l'autre : *Les théories du choc et l'expérience*. Ce dernier surtout, complété par de récentes expériences de l'auteur relatées à la suite, nous a frappés, notamment par la judicieuse comparaison, et la confrontation avec les faits, qui s'y trouvent effectuées, des deux théories connues sur le choc des corps élastiques.

La première de ces théories, qui remonte à Huygens, repose sur l'assimilation des deux corps qui se heurtent à deux points dont l'action mutuelle ne serait fonction que de leur distance : elle revient, au fond, à supposer les surfaces en regard assez convexes, ou les couches contiguës des deux corps assez légères et flexibles, pour que les déformations notables produites par le choc restent localisées à deux fractions de ces corps très petites, c'est-à-dire de masses insignifiantes ou *d'inerties négligeables* comparativement au reste; en sorte que ces déformations, *de nature statique*, ne fassent varier l'action totale des deux corps qu'avec le rapprochement de leurs centres de gravité. L'énergie vive ou actuelle, et l'énergie potentielle ou de ressort, y sont donc *séparées;* ce qui simplifie au plus haut point la question.

Au contraire, dans la théorie *nouvelle*, due à Newmann et de Saint-Venant, il est tenu compte de la répartition effective de ces énergies ou, en d'autres termes, des inerties et des déformations, dans toute l'étendue des corps, ainsi que, par suite, de la propagation des ébranlements sur toute la longueur; mais les difficultés d'intégration, devenues énormes, ne per-

mettent guère d'aboutir que dans le cas du choc longitudinal de deux prismes homogènes, de même axe et de sections égales, à bases parfaitement équarries.

Les observations de M. de Maupeou montrent que, si la théorie ancienne est presque suffisante pour les *légers* chocs, où les forces de ressort n'entrent guère en jeu que dans les parties des deux corps momentanément contiguës, la théorie nouvelle devient indispensable, et s'applique à fort peu près, dans les chocs à *grande vitesse* comme sont ceux des projectiles contre les plaques de blindage : résultat d'un véritable intérêt. Aussi votre Commission est-elle d'avis d'attribuer une somme de *mille francs*, sur les arrérages du prix Plumey, à l'auteur des deux Mémoires et des expériences, M. **de Maupeou d'Ableiges**, Directeur du Génie maritime à Lorient.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Poincaré, Lippmann; Darboux, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

Conformément aux conditions de la fondation, la Commission décerne, sur les arrérages, un prix de *douze mille francs* à M. **Perrotin**, en son vivant Correspondant de l'Académie des Sciences, pour l'ensemble de ses travaux astronomiques. (Voir aussi *Prix Damoiseau*.)

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Poincaré, Lippmann, Darboux; Bigourdan, rapporteur.)

Depuis plus de 25 ans M. **William-Henry Pickering**, astronome à l'Observatoire d'Harvard, a publié un grand nombre d'observations intéressantes : cette longue série de travaux vient d'être couronnée par une découverte brillante, celle de deux nouveaux satellites de Saturne, le neuvième et le dixième.

Déjà, en 1888, M. W.-H. Pickering, avait tenté, sans succès, de découvrir, par la Photographie, quelque nouveau satellite autour de cette planète.

Plus tard, armé d'une lunette plus puissante, don de miss Bruce, il reprit ces essais et, le 14 mars 1899, trois clichés, obtenus à Aréquipa les 16, 17 et 18 août 1898, lui révélèrent un astre extrêmement faible, de grandeur 15,5, qui accompagnait Saturne dans son mouvement.

Le nouveau satellite reçut le nom de *Phœbé,* une des sœurs du dieu Saturne; il avait d'ailleurs été trouvé à la distance énorme de 26′ de la planète, bien loin de la région où, jusqu'ici, on était tenté de chercher quelque satellite inconnu.

Pendant des années, il ne fut plus question du nouvel astre; aussi l'étonnement qui avait accueilli l'annonce de sa découverte fit bientôt place au doute. Mais M. W.-H. Pickering ne se décourageait point. Et c'est seulement en 1904 que, au prix d'un labeur obstiné, il a pu représenter par une seule orbite les 49 positions fournies par des clichés obtenus de 1898 à 1904 : la réalité de la découverte se trouvait ainsi complètement hors de doute.

Jusqu'ici Japet était le satellite le plus éloigné de Saturne; maintenant, c'est Phœbé, dont le grand axe est près de quatre fois celui de Japet. Pour cette raison, le nouveau satellite donnera la masse de Saturne avec une précision inespérée, quand on connaîtra suffisamment son orbite.

Plus récemment, M. W.-H. Pickering a découvert un dixième satellite de Saturne, qui présente cette particularité intéressante d'avoir son orbite très voisine de celle d'Hypérion.

La Commission propose, à l'unanimité, de décerner le prix Lalande à M. **W.-H. Pickering**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Poincaré, Lippmann, Darboux; Bigourdan, rapporteur.)

L'étude des comètes, de leurs apparences physiques et de leurs mouvements, nous a donné, sur la constitution de l'Univers, des aperçus que nous demanderions vainement à d'autres corps célestes. Aussi, la découverte d'une comète est toujours un événement astronomique.

Mais la recherche de ces astres est longue, pénible et bien rarement fructueuse, car ils parcourent tout le ciel; il faut les chercher le matin comme le soir, et, parfois, il s'écoule des années avant que cette recherche soit couronnée de succès.

Parmi les astronomes qui s'adonnent à ces travaux très utiles, mais ingrats, M. **Giacobini** est un des plus laborieux et des plus heureux : attaché à l'Observatoire de Nice depuis 18 ans, il a, depuis 1896, découvert neuf comètes, toutes très faibles, de sorte que, sans lui, elles auraient pu passer inaperçues.

La dernière de ces comètes, celle du 26 mars de cette année, a une période d'environ 300 ans. Deux autres sont plus intéressantes encore : leur période est de 6 à 7 ans et elles appartiennent au groupe de Jupiter.

Ajoutons que M. Giacobini a calculé les orbites de ses neuf comètes, tout en prenant part à d'autres travaux de l'Observatoire.

La Commission propose de décerner le prix Valz à M. **Giacobini**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Janssen, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Poincaré, Lippmann, Darboux; Lœwy, rapporteur.)

M. **Jacobus-Cornelius Kapteyn**, Directeur du Laboratoire astronomique de Groningue, ne possède pas d'instruments lui permettant de se livrer à l'observation du Ciel, mais il a, dans d'autres domaines, rendu à la Science des services signalés.

Il a consacré une grande partie de son activité à étudier quelques-uns des problèmes les plus ardus et les plus attachants de la Cosmogonie. Dans le but d'asseoir ces recherches délicates sur une base plus sûre, il a accompli de nombreuses séries de mesures de clichés et de calculs préliminaires qui ont conduit à une riche moisson de nouvelles données, concernant les trajectoires, les distances et l'éclat des astres.

Il convient de mentionner sous ce rapport l'énorme travail consigné dans trois volumes relatifs à l'exploration photographique céleste effectuée à l'Observatoire du Cap entre -23° et le pôle Sud. De l'ensemble des clichés réalisés dans cet Observatoire, M. Kapteyn a déduit les coordonnées approchées de toutes les images stellaires qui y figurent.

La comparaison de ces résultats avec ceux contenus dans tous les autres catalogues lui a permis de mettre en lumière la variabilité d'éclat et les mouvements propres de beaucoup d'astres. C'est lui qui a découvert l'étoile animée du mouvement propre annuel de $8'',7$ en arc de grand cercle, mouvement propre le plus considérable constaté jusqu'à ce jour.

A l'aide des deux amas stellaires de Persée, et de 248 astres entourant l'étoile BD + 35,4013, photographiés par M. Donner à l'Observatoire de Helsingfors, réduits et mesurés par M. Kapteyn, cet astronome a déterminé ou supputé la parallaxe de plusieurs centaines d'étoiles. Il a fait en même temps connaître un plan général très rationnel pour l'étude en grand des parallaxes, plan qui est actuellement mis en pratique dans plusieurs établissements.

Disposant ainsi successivement de nombreuses données plus modernes et plus exactes, et utilisant en outre les renseignements fournis par l'analyse spectrale, M. Kapteyn s'est livré à l'examen de quelques questions importantes relatives à la structure de l'univers sidéral.

Il est parvenu à mettre en évidence des différences notables de constitution physique entre les étoiles les plus rapprochées du Soleil et celles qui dominent presque exclusivement dans l'agglomération galactique.

Les premières ont une action photographique relativement faible, des mouvements propres sensibles; celles du second groupe se distinguent par un spectre de lignes brillantes et un pouvoir photogénique bien supérieur. Il a signalé en même temps les rapports si curieux qui existent entre les valeurs moyennes des parallaxes, des mouvements propres et des grandeurs, et a montré qu'il n'est pas permis de considérer les étoiles de même grandeur comme étant à la même distance moyenne.

M. Kapteyn, dans plusieurs Mémoires, en se plaçant à un point de vue nouveau, a exposé ses recherches relatives à une détermination plus exacte de l'apex solaire.

Toutes les investigations antérieures sur le même objet sont basées sur l'hypothèse d'une distribution uniforme des mouvements particuliers des étoiles. M. Kapteyn a imaginé une méthode qui satisfait mieux à cette condition fondamentale; mais, avant d'aborder d'une manière définitive la solution, il a tenté d'obtenir des valeurs plus précises de plusieurs éléments importants qui entrent en ligne de compte. Il a ainsi recherché les corrections qu'il convenait d'appliquer à la constante de la précession et celles des mouvements propres en déclinaison du Catalogue de Bradley.

M. Kapteyn a ensuite traité le problème de plusieurs manières, afin de faire connaître l'incertitude qui, de ce fait, plane encore sur les conclusions. Il est toutefois remarquable que les six déterminations de M. Kapteyn le conduisent à des valeurs très concordantes pour les positions de l'apex.

Dans un autre Mémoire, M. Kapteyn a fait connaître une nouvelle valeur de la vitesse de translation du système solaire qu'il a trouvée égale à $16^{km},7$ par seconde.

Ces travaux d'une nature si élevée et si complexe, basés sur un vaste savoir et exécutés avec l'esprit critique le plus judicieux, fournissent un résumé précieux de ce que l'Astronomie moderne peut nous apprendre sur ces questions si attrayantes de la philosophie naturelle.

La Commission est unanime à vous proposer de décerner à M. **J.-C. Kapteyn** le prix G. de Pontécoulant.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Lippmann, Darboux ; Poincaré, rapporteur.)

L'Académie avait proposé, comme sujet de ce concours, l'étude des comètes à orbite hyperbolique ; ces astres sont relativement rares, et il s'agissait de savoir si leur orbite, primitivement elliptique ou parabolique, était devenue hyperbolique par l'effet des perturbations ou si au contraire elle était déjà hyperbolique au moment où la comète est entrée dans le système solaire ; dans le premier cas, on devait conclure que la comète se rattache par son origine au système solaire ; dans le second cas, au contraire, que c'est un hôte étranger venu d'un système lointain.

Deux Mémoires ont été présentés au concours, l'un dû à M. **Fayet**, astronome à l'Observatoire de Paris, l'autre à M. **Fabry**, astronome à l'Observatoire de Marseille. M. Fayet a étudié environ 150 comètes dont l'excentricité a été trouvée supérieure à 0,9979. Il a calculé pour chacune d'elles les perturbations de Jupiter et pour quelques-unes celles de Saturne et d'Uranus, et il est arrivé à cette conclusion que le caractère hyperbolique n'existait pas avant l'entrée de l'astre dans le système solaire. Une seule comète semble échapper à cette règle ; mais, si nous considérons que les observations sont anciennes, réparties sur un espace de temps très court et faites dans l'hémisphère austral où à cette époque les observatoires étaient peu nombreux, nous ne nous arrêterons pas à cette apparente exception, due sans doute à l'insuffisance des observations.

M. Fabry a examiné 10 comètes par une méthode élégante, plus rapide quoique moins précise que celle de M. Fayet, et il est arrivé aux mêmes conclusions.

Ces deux Mémoires sont l'un et l'autre remarquables. M. Fayet a dû fournir une somme colossale de travail et a d'ailleurs montré un esprit ingénieux et une grande sûreté de méthode. D'un autre côté, M. Fabry a été conduit à des remarques intéressantes et a découvert avec beaucoup de sagacité la cause de l'erreur d'un de ses devanciers dont les conclusions étaient contraires aux siennes. La Commission estime en conséquence que les deux Mémoires doivent être récompensés l'un et l'autre et elle accorde

à M. **Fayet** le prix Damoiseau et à M. **Fabry** un prix prélevé sur les fonds Guzman.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDAILLE JANSSEN.

La médaille d'or Janssen ne doit être décernée qu'en 1906. Toutefois, sur la proposition de M. Janssen, l'Académie décerne une médaille en vermeil à M. **G. Millochau**, Aide-astronome attaché à l'Observatoire de Meudon, pour ses travaux de Physique solaire.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Hatt, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem; Guyou, rapporteur.)

En décidant que, cette année, le prix Gay serait attribué à un *explorateur du continent africain qui aurait déterminé avec une grande précision les coordonnées des points principaux de ses itinéraires,* l'Académie a voulu attirer l'attention des voyageurs de cette partie du globe sur la nécessité de s'attacher désormais plutôt à la précision qu'à la quantité des déterminations géographiques. Tant d'explorateurs ont sillonné l'Afrique, que nous possédons aujourd'hui des descriptions approchées de la plupart des régions. Le moment est venu de préciser nos connaissances; l'explorateur doit faire place au géographe.

Le voyageur dont l'œuvre géographique répond le mieux aux conditions édictées par l'Académie est le Dr **Cureau**, actuellement administrateur en chef des Colonies. Cette œuvre comprend trois séries de déterminations

géographiques effectuées dans notre colonie du Congo : l'une aux environs de Brazzaville et sur le cours de la Sanga (1891-1895), une autre dans la région où se fait le partage des eaux entre le bassin du Congo par le Haut-Oubanghi et celui du Nil par le Bahr-el-Ghazal (1895-1899), enfin une troisième série comprend les opérations de délimitation entre le Congo français et le Cameroun allemand. Le Dr Cureau était chef de la mission française (1901-1902).

L'œuvre du Dr Cureau, déjà importante par son étendue, se distingue surtout par sa précision. La Commission a pu se renseigner d'autant mieux à ce point de vue que l'auteur, par un scrupule dont on désirerait trouver de plus fréquents exemples, a demandé que ses cahiers d'observations et de calculs fussent soumis au contrôle et à la vérification du Bureau des Longitudes. Ces cahiers sont des modèles pour l'ordre, la netteté et la précision; tous les calculs en ont été refaits et trouvés exacts.

Théoricien aussi expert qu'habile observateur, le Dr Cureau a appliqué à ses déterminations les méthodes d'observations et de calculs les plus précises. Les latitudes ont été obtenues par des séries souvent nombreuses de circumméridiennes d'étoiles, les longitudes par des hauteurs égales de Lune et d'étoiles, par des culminations lunaires et des occultations. Enfin, le plus souvent, les diverses valeurs obtenues pour un même lieu ont été combinées entre elles par la méthode des moindres carrés. Les coordonnées géographiques déterminées par le Dr Cureau offrent donc toutes les garanties de précision que l'on peut demander aux résultats obtenus avec les instruments portatifs d'Astronomie; aussi le Bureau des Longitudes n'a-t-il pas hésité à insérer dans la *Connaissance des Temps* celles des stations les plus importantes de ses itinéraires.

Le Dr Cureau a complété son œuvre géographique par deux études non moins remarquables publiées dans la *Revue générale des Sciences*, en 1901 et 1904. L'une d'elles est relative à la structure orographique et à la géomorphogénie des régions équatoriales du continent africain; il y décrit les caractères particuliers des cours d'eau, leur origine bien spéciale sur les plateaux du centre et conclut à la dénudation, l'usure et la transformation fatale en déserts arides de ces contrées élevées. L'autre, intitulée *Essai de Psychologie des Races nègres de l'Afrique tropicale*, décrit les côtés les plus saisissants du caractère nègre, la manière dont il réagit vis-à-vis de l'éducation et indique les leçons que nous pourrions en tirer au profit de notre colonisation.

La Commission est unanime à décerner le prix Gay à l'auteur de ce remarquable ensemble de travaux.

Une autre candidature a cependant retenu notre attention. Un explorateur anonyme a adressé de Tanger à l'Académie, sous la devise : *Pour la Patrie, les Sciences et la Gloire*, une liste de nombreuses déterminations géographiques (environ 150) effectuées de 1899 à 1902 dans la région du Maroc comprise entre Tanger, Fez, Marrakech, Mogador et le littoral de l'Océan; à cette liste sont joints le cahier des observations et une note indiquant succinctement les méthodes et les instruments employés. Ce travail ne remplit pas exactement les conditions imposées pour le prix Gay cette année, car les positions ont été déterminées par les méthodes les plus expéditives de l'Astronomie de campagne (latitudes par la polaire et les hauteurs méridiennes du Soleil, longitude par les transports de temps, avec une seule montre pendant la moitié de la campagne, puis avec quatre montres). Mais il paraît bien fait. La Commission a essayé de se rendre compte du degré de confiance que pouvaient offrir les longitudes en étudiant les valeurs données par l'auteur, aux diverses stations, pour l'état absolu de la montre ou des montres. Elle a relevé ainsi quelques anomalies, au moins apparentes, que l'insuffisance des renseignements ne lui a pas permis d'éclaircir. Il lui est impossible, pour cette raison, d'émettre un avis ferme sur la valeur du travail; mais, en raison de son importance au point de vue de l'étendue des régions visitées et des garanties d'exactitude qu'il paraît offrir, elle propose de le reporter au concours du prix Binoux pour 1906, en invitant l'auteur anonyme à adresser en temps utile à l'Académie les indications complémentaires nécessaires pour contrôler les marches de ses montres.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, de Lapparent, Perrier, Van Tieghem; Bouquet de la Grye, rapporteur.)

L'Académie, en accordant le prix Tchihatchef au commandant **Massenet** que la mort vient de frapper tandis qu'il dirigeait la mesure de l'arc de Quito, récompensera un officier de grande valeur et accomplira en même temps une bonne action.

Le commandant Massenet, alors capitaine, a été envoyé en Indo-Chine en 1901 et pendant 3 ans il a conçu, exécuté ou dirigé une grande triangulation réunissant le Tonkin à l'Annam et se reliant au réseau que les Anglais avaient poursuivi dans l'est de la Birmanie.

Ce travail dont l'étendue dépasse 2000^{km} embrasse les positions données par les hydrographes en Cochinchine et les diverses liaisons se sont faites avec une exactitude inespérée.

Ce levé, par sa difficulté, la haute montagne annamite passant comme impénétrable pour les Européens, fait le plus grand honneur à son auteur et rentre dans les données du prix en question, puisqu'il s'agit d'une exploration en Asie ayant pour objet une branche des sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

Le capitaine Massenet, géodésien et astronome, a fait une exploration mathématique et physique.

L'Académie, en attribuant la valeur du prix à la veuve du commandant **Massenet**, dont la situation est digne d'intérêt, ne s'écartera pas du libellé de l'auteur du prix Tchihatchef.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy; Violle, rapporteur.)

Le prix Hébert est décerné à M. **Jumau** pour son Ouvrage *Les accumulateurs électriques*, qui est à la fois un traité précieux des piles réversibles et un exposé intéressant des recherches personnelles de l'auteur sur une question plus que jamais à l'ordre du jour.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX HUGHES.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy; Curie, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à M. **Georges Urbain.**

M. G. Urbain s'occupe depuis 10 ans de la chimie des terres rares et dans ses patientes recherches il est arrivé à faire faire des progrès à cette question, l'une des plus compliquées de la Chimie, à laquelle s'étaient déjà consacrés des savants tels que Marignac, Demarçay, MM. Lecoq de Boisbaudran, Auer de Welsbach et Crookes.

M. Urbain a d'abord donné une nouvelle méthode de fractionnement des terres rares basée sur la cristallisation des éthylsulfates. Puis, en collaboration avec M. Lacombe, il a utilisé une méthode dont le principe est nouveau, et qui est fondée sur l'isomorphisme des sels de bismuth avec ceux des terres rares. Dans cette méthode, on mélange les sels des terres rares avec les sels de bismuth correspondants, on effectue ensuite le fractionnement; le bismuth joue le rôle d'élément séparateur, il s'intercale entre deux terres voisines, le samarium et l'europium, et produit entre elles une séparation rigoureuse.

M. Urbain est parvenu à isoler le terbium qui n'avait jamais été séparé des autres terres. Il a précisé les caractères des spectres d'étincelle, de phosphorescence cathodique et d'absorption du terbium et du gadolinium. En opérant sur la matière provenant de plusieurs tonnes de minerai, il a réalisé une collection de terres rares à l'état pur qui est aujourd'hui unique. Ces corps purs lui ont permis de faire de nouvelles déterminations très précises des poids atomiques. Ils ont été aussi utilisés par divers physiciens pour des études de spectroscopie. Les propriétés optiques de ces corps sont fort curieuses.

M. **Urbain** s'efforce actuellement d'apporter un classement rationnel dans la série des terres rares qui forment une famille bien homogène comprenant au moins quinze corps simples. Il y a lieu d'espérer aujourd'hni que les recherches qu'il poursuit permettront de préciser exactement le nombre et les propriétés de ces corps. La question offre un intérêt tout spécial, car les terres rares ne trouvent pas leur place dans la classification périodique des éléments.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy; Violle, rapporteur.)

M. **Henri Abraham** a débuté dans la Science, dès sa sortie de l'École Normale, par des recherches relatives à des questions demandant surtout une mise en œuvre simple et correcte de procédés connus, méthode excellente pour se former à l'art de l'expérimentation et trop souvent dédaignée par les débutants qu'attirent des questions dont ils ne savent pas mesurer les difficultés.

Dans cette première période de son activité scientifique, M. Abraham étudie, avec M. Chassagny, certains couples thermoélectriques usuels, précise différentes mesures électriques, et combine à cet effet un galvanomètre et, en collaboration avec M. Lemoine, un électromètre absolu d'un usage très commode. Il procède à une nouvelle détermination du rapport v entre les unités C.G.S. électromagnétiques et électrostatiques; et ce travail excellent, sujet de sa thèse de doctorat, n'a pas été sans contribuer à la certitude où nous sommes aujourd'hui qu'il n'y a pas un millième d'écart entre ce nombre v et celui qui exprime la vitesse de la lumière. Nous devons encore signaler les considérations ingénieuses par lesquelles il montre que l'on peut regarder la température absolue comme ayant mêmes dimensions qu'une différence de potentiel.

On trouve à un égal degré élégance et précision dans la solution qu'il donne du problème difficile : « inscrire fidèlement les variations rapides d'un courant ou d'une différence de potentiel ». L'inertie de l'organe mobile tend à fausser complètement les indications du système inscripteur. D'éminents électriciens, au premier rang desquels se place M. Blondel, avaient déjà réussi à surmonter la difficulté par l'emploi d'organes mobiles extrêmement légers. M. Abraham apporte une solution nouvelle : La force d'inertie de la pièce mobile est proportionnelle à l'accélération, c'est-à-dire à la dérivée seconde du déplacement de cette pièce. Si donc la force motrice est, elle-même, proportionnelle à la dérivée seconde de la fonction que l'on veut étudier, cette fonction sera représentée exactement par le déplacement de la pièce mobile. On prend, électriquement, la dérivée seconde soit au moyen d'inductions mutuelles, soit à l'aide de condensateurs. L'appareil, construit par M. Carpentier, avec son habileté coutumière, allie la robus-

tesse à l'exactitude, et, grâce à la dimension du miroir dont il est pourvu, se prête aisément aux projections. Serait-ce trop demander à l'auteur que le solliciter d'affranchir son rhéographe du réglage un peu délicat qu'il exige aujourd'hui et de l'amener au point de simplicité économique que réclame l'industrie?

D'études délicates sur la décomposition des courants à haut potentiel en une série de décharges disruptives, M. Abraham a tiré une importante application à la stérilisation industrielle des eaux potables par l'ozone. Avec M. Marmier, il a établi la possibilité d'obtenir en grand une stérilisation complète pour une dépense minime. Leurs ozoneurs à électrodes liquides ne sont qu'une transformation de l'ozoneur tubulaire classique de M. Berthelot, dont les deux électrodes deviennent le siège d'une circulation permanente d'eau arrivant et partant goutte à goutte. La ville de Cosne achève actuellement d'installer son alimentation complète en eau stérilisée par l'ozone suivant les procédés Abraham et Marmier.

En commun avec son savant collaborateur M. Lemoine, M. Abraham a imaginé une nouvelle méthode de mesure des durées infinitésimales d'après la longueur du chemin parcouru par la lumière dans le temps à évaluer, et il a pu analyser ainsi la disparition des phénomènes électro-optiques. Au moyen d'un miroir tournant, M. Blondlot avait montré que ces phénomènes ne présentent pas un retard de $\frac{1}{40000}$ de seconde sur la cause électrique qui les produit. MM. Abraham et Lemoine ont beaucoup reculé cette limite, établissant que le retard en question, s'il existe, ne dépasse pas un milliardième de seconde. Leur méthode consiste à produire brusquement, à l'aide d'une décharge électrique, d'une part le phénomène électro-optique, d'autre part une étincelle servant à l'observer. On retarde l'époque de l'observation en faisant parcourir à la lumière de l'étincelle un chemin de plus en plus long, ce qui permet d'étudier la variation du phénomène avec le temps. Bientôt tout effet disparaît, et l'on en conclut que le phénomène, ainsi que l'étincelle, comme la décharge elle-même, ont cessé en un temps moindre, avons-nous dit, qu'un milliardième de seconde.

A cet ensemble de travaux vraiment dignes d'éloges, M. Abraham a su ajouter encore des titres sérieux à la reconnaissance des physiciens par l'Ouvrage sur les *Ions, électrons et corpuscules* qu'il vient de publier avec M. Langevin, et, plus encore peut-être, par les deux Volumes du *Recueil d'expériences élémentaires de Physique*, qui est entre les mains de tous nos professeurs et dont une traduction allemande est déjà sous presse.

Aussi, votre Commission est-elle unanime à vous proposer de décerner le prix Gaston Planté à M. **Henri Abraham**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Berthelot, Poincaré, Maurice Levy; Curie, rapporteur.)

Les premiers travaux de M. **Gouy** (1876 à 1880) sont relatifs à l'étude spectrophotométrique des flammes colorées par les sels métalliques. M. Gouy a surtout étudié la transparence des flammes colorées pour leurs propres radiations. Il a montré que la lumière qui correspond à une raie étroite du spectre ne se comporte pas comme une radiation unique, contrairement à l'opinion répandue à cette époque. Pour réaliser les mesures, M. Gouy a créé un spectrophotomètre précis et un dispositif permettant d'obtenir des flammes colorées bien homogènes. Les physiciens qui s'occupent de spectroscopie utilisent souvent les appareils et les nombreuses observations qui se trouvent décrits dans ce travail.

Vers la même époque, M. Gouy, en commun avec L. Thollon, a publié diverses observations de physique céleste, notamment des mesures de déplacement des raies du sodium dans le spectre de la grande comète de 1880; ces mesures fournissent une des vérifications les plus remarquables de la formule Doppler-Fizeau.

M. Gouy a introduit en optique des considérations nouvelles sur les mouvements lumineux. On sait que, quelle que soit la nature de ces mouvements, on peut, au moyen des formules de Fourier, substituer au mouvement réel une infinité de vibrations sinusoïdales. M. Gouy démontre que l'intensité de la lumière sera la somme des intensités dues aux diverses vibrations sinusoïdales considérées comme indépendantes les unes des autres. On voit ensuite que toute source lumineuse est complètement caractérisée par la connaissance de la loi de distribution de l'énergie dans le spectre. Cette connaissance est la seule chose que nous puissions déduire des expériences d'optique, et il est impossible de résoudre certaines questions que l'on s'était posées sur la régularité des mouvements des particules qui émettent la lumière. La lumière blanche, par exemple, peut être con-

stituée par des vibrations tout à fait irrégulières et produire, cependant, à l'aide du spectroscope, des interférences à grandes différences de marche. Avec une source de lumière dite *homogène,* l'intensité des radiations simples équivalentes n'a une valeur notable que pour des fréquences voisines les unes des autres; la loi de répartition de l'intensité en fonction de la fréquence suffit pour prévoir la grandeur de la différence de marche à partir de laquelle les franges d'interférences ne seront plus distinctes. Ces vues de M. Gouy ont été généralement adoptées et plusieurs physiciens s'en sont servis pour discuter des questions délicates de l'Optique.

Dans un Mémoire consacré à la vitesse de la lumière, M. Gouy montre qu'il y a lieu de distinguer, dans le cas des phénomènes lumineux, la vitesse de propagation des ondes et la vitesse de propagation de l'intensité de la lumière. Cette dernière grandeur est celle mesurée par les méthodes usuelles. Dans les milieux dispersifs, elle n'est pas égale au quotient de la longueur d'onde par la période, mais elle est donnée par une formule plus complexe.

Ainsi, le rapport de la vitesse de la lumière dans le vide et dans un milieu dispersif n'est pas égal à l'indice de réfraction. Dans le cas du sulfure de carbone, la différence du rapport des vitesses et de l'indice est assez forte et les expériences de Gouy et de Michelson ont montré l'accord des mesures avec les prévisions de la théorie. Le rapport des vitesses de la lumière dans l'air et dans l'eau est cependant sensiblement égal à l'indice, comme l'avait vu Foucault, parce que l'eau est un milieu très peu dispersif.

Dans un Mémoire sur la polarisation rotatoire, M. Gouy montre que l'hypothèse des deux vibrations circulaires inverses de Fresnel n'est pas nécessaire pour expliquer la double réfraction circulaire du quartz, et il donne une explication nouvelle, confirmée par une curieuse expérience synthétique : une sorte de parquet constitué par des bandes étroites de lamelles cristallines d'une demi-onde, d'orientations diverses, juxtaposées dans un même plan, produit, comme le prisme bicirculaire de Fresnel, le dédoublement d'un rayon de lumière naturelle en deux rayons circulaires inverses.

On doit encore à M. Gouy la théorie des effets simultanés du pouvoir rotatoire et de la double réfraction agissant ensemble dans un même milieu optique. Les formules qu'il a données ont été vérifiées expérimentalement par divers physiciens et donnent une explication satisfaisante des propriétés du quartz et des corps analogues.

Dans un autre travail, M. Gouy montre qu'il doit exister une propagation anomale des ondes lumineuses, se manifestant au voisinage des foyers

ou des lignes focales, et produisant une avance de phase d'une demi-onde ou d'un quart d'onde. Ces conséquences inattendues de la théorie ont été vérifiées, à l'aide de délicates expériences d'interférences, par M. Gouy et par d'autres physiciens. Les recherches sur la propagation anomale des ondes ont éclairci certaines questions théoriques; elles ont fait disparaître des difficultés qui existaient depuis Fresnel dans l'application du principe d'Huygens.

La diffraction de la lumière a été aussi l'objet d'un Mémoire où M. Gouy, par une méthode nouvelle, met en évidence l'existence de rayons fortement déviés par la diffraction. Du côté de l'ombre géométrique, ces rayons montrent une polarisation normale au plan de diffraction; du côté opposé la polarisation est dans le plan de diffraction. En outre, la substance de l'écran intervient pour donner des colorations intenses.

Dans l'œuvre de M. Gouy, on trouve donc un ensemble remarquable de travaux d'optique, l'un des plus importants qui aient été produits depuis Fresnel.

L'activité de M. Gouy s'est aussi portée dans d'autres domaines. En Thermodynamique, on lui doit des remarques intéressantes sur le mouvement Brownien et une étude sur l'énergie utilisable où se trouve formulée une loi générale sur le sens des effets des transformations. On lui doit, en commun avec M. G. Chaperon, une étude théorique précise de la pression osmotique et de la concentration des dissolutions sous l'action de la pesanteur.

M. Gouy s'est occupé de l'état critique et, en faisant usage d'une étuve d'une grande perfection, il a pu suivre les phénomènes présentés par les tubes de Natterer au voisinage immédiat de la température critique. Il a montré, en particulier, que la densité du fluide est différente aux divers points du tube et que ce fait est une conséquence de l'énorme compressibilité du fluide au voisinage de l'état critique.

En électricité, M. Gouy a montré que l'influence du milieu ambiant sur le coefficient de la loi de Coulomb, résulte de la théorie classique des diélectriques. On lui doit une étude de l'électromètre à quadrants et la formule complète pour le fonctionnement de cet instrument. Il a réalisé et étudié un élément de pile étalon qui a été longtemps l'un des meilleurs à employer dans les mesures précises de différences de potentiel.

Enfin les derniers travaux de M. Gouy sont relatifs aux phénomènes électrocapillaires découverts et d'abord étudiés par notre collègue M. Lippmann. Il a fait sur ces phénomènes délicats toute une série de patientes

recherches comportant un nombre considérable de mesures précises dont une partie seulement a été publiée. Dans ce grand travail, M. Gouy montre que la fonction électrocapillaire qui lie la tension superficielle à la différence de potentiel (mercure-électrolyte) dépend de la nature de l'électrolyte et il étudie cette fonction pour diverses solutions électrolytiques. Dans le cas où la solution est un mélange de corps électrolysables, l'état d'équilibre à la surface du mercure met un certain temps à se produire et l'on a un phénomène de viscosité électrocapillaire. M. Gouy étudie encore les effets curieux dus à l'introduction de petites quantités de matières organiques dans la solution électrolytique. Les résultats de ce travail nous donnent des renseignements sur les actions entre les particules ionisées ou non ionisées qui interviennent dans les phénomènes électrocapillaires; ils permettent de discuter la question si importante des différences de potentiel au contact; ils montrent que, contrairement à une opinion souvent adoptée, la différence de potentiel entre le mercure et l'électrolyte n'est pas nulle quand la fonction électrocapillaire a sa valeur maximum.

La Commission rend hommage à l'œuvre de M. **Gouy** et lui décerne le Prix La Caze, de Physique, pour l'année 1905.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Berthelot, Schlœsing, Carnot; Haller, rapporteur.)

L'étude des effets catalytiques d'un certain nombre de métaux à l'état divisé a été abordée à plusieurs reprises par les auteurs les plus divers. Mais aucun d'eux ne l'a poursuivie avec autant de sagacité et de persévérance que MM. **Sabatier** et **Senderens**. Aucun d'eux n'a su tirer, des faits observés, une méthode pratique et sûre qui permît de réaliser avec écono-

mie soit des synthèses, soit des dédoublements, soit des transformations de fonctions.

En étudiant l'action catalytique spéciale qu'exerce sur les composés volatils, en présence de l'hydrogène, le nickel très divisé par exemple, MM. Sabatier et Senderens ont doté la Chimie d'une méthode d'hydrogénation, aussi simple qu'élégante, des carbures non saturés, des carbures aromatiques, des cétones, des aldéhydes, des phénols, des composés nitrés, etc. Grâce à cette méthode, ils nous ont même fait entrevoir la possibilité de transformer industriellement l'oxyde de carbone et l'acide carbonique en un gaz combustible, le méthane.

En poursuivant leurs recherches avec le cuivre divisé, ils ont, d'autre part, mis à notre portée un procédé tout aussi simple et tout aussi élégant de déshydrogénation qui, appliqué aux alcools primaires et secondaires, nous permet de retourner aux aldéhydes et aux cétones.

La mise au point de leurs méthodes, leur vérification sur les corps les plus variés, l'analyse rigoureuse et la caractérisation des produits obtenus ont nécessité un labeur soutenu et ininterrompu de près de huit ans.

Aussi, en raison des très beaux résultats obtenus, et par suite du caractère de généralité et de la fécondité que présentent les procédés qu'ils ont mis généreusement à la portée des chimistes, la Commission a-t-elle décidé, à l'unanimité, d'accorder le prix Jecker à MM. **Sabatier** et **Senderens**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot; Moissan, rapporteur.)

Le prix Cahours est partagé, cette année, entre M. **Binet du Jassoneix** et M. **Kling**.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Moissan, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot; A. Ditte, rapporteur.)

Votre Commission avait à examiner, parmi les pièces et documents qui lui ont été soumis, un travail de M. **Donard** relatif à un appareil depuis longtemps connu dans l'industrie sous le nom de *séchoir Donard et Boulet;* M. Donard a fait une application de son appareil à la dessiccation du sang des abattoirs et au traitement des résidus animaux de la boucherie; le procédé, adopté dans l'usine d'Aubervilliers depuis 1898 par l'Union de la Boucherie en gros de Paris, présente l'avantage considérable de supprimer complètement les odeurs nauséabondes qui constituaient les *mauvaises odeurs* qui se répandaient sur Paris; cet instrument industriel, qui se prête non seulement au travail du sang sans y introduire de matières étrangères, est appliqué également au traitement de tous les résidus de la boucherie et à celui des animaux morts; les matières sont prêtes à être livrées au commerce au bout de 10 et de 24 heures, alors qu'auparavant il fallait de 30 à 35 jours pour le sang et une année entière pour les autres résidus animaux. On évite, par ce moyen, l'accumulation de près de 1000 tonnes d'une marchandise qui, par ses altérations (fermentations putrides, mouches charbonneuses, etc.), causait un danger permanent et fort grave pour le personnel ouvrier. La cuisson dans le séchoir de M. Donard permet d'obtenir, au bout de 24 heures au plus, un engrais sec, inodore, et indéfiniment conservable. Le métier qui a pour objet la transformation des résidus animaux est, grâce à M. Donard, devenu moins insalubre et les dangers qu'il faisait courir aux ouvriers ont été non seulement diminués, mais complètement supprimés.

Le travail de M. **Donard** a paru, à votre Commission, suffisamment important et intéressant pour qu'elle vous propose à l'unanimité de décerner à son auteur le prix Montyon (Arts insalubres) pour l'année 1905.

La Commission a examiné également un travail présenté par M. **Carles**, professeur agrégé libre de la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Bordeaux, Correspondant de l'Académie de Médecine, lauréat de l'Académie des Sciences en 1898.

Le Mémoire de M. Carles, soumis à notre examen, a pour titre : *Trans-*

formation directe des tartrates de la vendange, des lies et des vinasses en crème de tartre riche.

La transformation des tartres et des lies de vin a l'avantage de pouvoir être faite en tout temps, leur conservation étant de longue durée, tandis qu'en principe la transformation des marcs ne peut guère attendre; l'opération, telle que la décrit M. Carles, a l'avantage de se faire exclusivement à froid, sans matériel spécial, et permet d'obtenir du premier jet de la crème de tartre riche. Les tartrates naturels sont traités successivement par l'acide sulfurique et par le carbonate de potasse, et l'on peut traiter séparément le bitartrate seul, le tartrate de chaux également seul, puis le mélange de crème de tartre et de tartrate de chaux, tel qu'on le trouve dans les résidus de la vendange et même du vin. La même opération méthodique permet de traiter les marcs, les vins, les vinasses; le procédé permet d'obtenir des tartrates à haut titre, présentant un degré apparent de 89° à 99°,5 déterminé par l'acidimètre, les titres les plus riches étant fournis par les *marcs*, alors que les titres les plus faibles sont présentés par les *lies*.

Les crèmes de tartre riches constituant la forme principale d'emploi de l'acide tartrique, la méthode nouvelle de préparation indiquée par M. Carles a paru à votre Commission de nature à justifier l'attribution d'une récompense en faveur de son auteur; elle vous propose, en conséquence, de décerner à M. **Carles**, sur la fondation Montyon (Arts insalubres), une mention de *quinze cents francs*.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX LA CAZE.

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot; Lemoine, rapporteur.)

M. **Albert Colson**, professeur à l'École Polytechnique, a fait de nombreuses recherches dans toutes les branches de la Chimie : nous rappellerons seulement les principales.

En *Chimie organique*, ses premières découvertes lui ont valu, en 1886, la moitié du prix Jecker. Il a obtenu cinq alcools nouveaux de la série aromatique : trois en partant du mésitylène, deux en partant du xylène.

Il a préparé et étudié l'éther cyané, produit de substitution du cyanogène

dans l'éther ordinaire et il l'a comparé au cyanhydrate d'aldéhyde. Il en est résulté la production des monochlorhydrates d'amides et une nouvelle synthèse des chlorures, bromures et fluorures des acides organiques.

En *Chimie minérale*, on doit à M. Colson des expériences méthodiques sur le transport des solides dans les solides. L'aciération est un cas particulier de cette sorte de diffusion : dès la température de 250°, le fer, placé dans une masse de carbone, s'y transporte à des distances notables, et inversement le carbone passe dans le fer. M. Colson a établi la loi de ce transport : le fer se propage en quantités inversement proportionnelles aux distances parcourues. Il a étendu ces observations à la diffusion du silicium dans le platine, de l'argent dans les chlorures. La diffusion des solides est ainsi un fait général qui exige une certaine affinité entre les corps en présence et qui rappelle les phénomènes de dissolution.

Au cours de ces recherches, M. Colson, soit seul, soit en commun avec Schützenberger, a obtenu des composés de silicium, de carbone et d'oxygène qui dérivent d'un radical carbo-silicié, isolé depuis au four électrique sous le nom de *carborandum*.

On sait que, dans certains sels de chrome, les caractères ordinaires des acides et de la base sont partiellement dissimulés : jusqu'ici cette dissimulation semblait généralement corrélative de l'action de la chaleur. M. Colson l'a observée sur de nouveaux sels préparés à froid : il l'explique par un changement chimique produit sous l'influence des réactifs employés.

Une nouvelle préparation des acétates dérivés du bioxyde de plomb mérite également d'être mentionnée.

En *Chimie industrielle*, des études analytiques sur la rétrogradation des superphosphates ont conduit à certaines modifications dans leur fabrication. Elles ont contribué ainsi à accroître la consommation de l'acide sulfurique.

La *Chimie physique* a beaucoup occupé M. Colson. Déjà, en Chimie organique, il avait déterminé les principales constantes physiques de ses alcools nouveaux et de leurs dérivés : dans les trois séries xyléniques isomères, la différence des températures de fusion des composés semblables est constante : les glycols xyléniques à l'état liquide ont le même coefficient de dilatation : les isomères de position donnent un nombre constant pour le produit de la chaleur spécifique par la densité et pour le quotient de la chaleur de fusion par la température absolue : les bromures des trois glycols xyléniques ont la même limite d'éthérification.

M. Colson a étudié le pouvoir rotatoire de différents corps et notamment des dérivés que l'acide tartrique forme avec l'acide acétique. Il a montré que la variation de température suffit pour y changer momentanément la valeur et même le sens du pouvoir rotatoire. Les discussions intéressantes provoquées par ces observations ont fait voir surtout avec quelles réserves il faut appliquer les théories stéréochimiques lorsqu'on mesure le pouvoir rotatoire, non pas sur les corps liquides, mais sur leurs solutions.

Parmi de nombreuses déterminations de Thermochimie, il faut mentionner celles qui se rapportent aux alcalis organiques. Pour l'éthylène-diamine, les deux fonctions basiques se distinguent par les quantités de chaleur dégagées avec les acides, très différentes pour le premier et pour le second sel. Pour la nicotine, des déterminations semblables ont conduit à des comparaisons intéressantes avec les bases de la série grasse et de la série pyridique.

Pour une solution saline, il existe une température, signalée par M. Berthelot, où la dilution ne produit ni échauffement, ni refroidissement : M. Colson trouve que cette température est fixe, avec une même solution, quel que soit le degré de dilution, si le sel y est à l'état anhydre.

En s'appuyant à la fois sur des expériences de Thermochimie, sur la cryoscopie et sur les réactions chimiques, M. Colson a conclu que les sulfates de cuivre et de zinc ont, à l'état dissous, une molécule double de celle qui est ordinairement admise.

Étudiant les équilibres chimiques, M. Colson a démontré le déplacement partiel de l'acide sulfurique des sulfates métalliques par l'acide chlorhydrique gazeux : il s'est occupé aussi du déplacement des bases minérales par les bases organiques. Il a cherché à relier ces phénomènes aux lois de la Thermodynamique. En étendant ces recherches, il a vu que l'hydrogène déplace complètement dès 100° l'oxygène de l'oxyde d'argent : cette expérience frappante conduit à un dosage très simple de l'hydrogène dans les mélanges gazeux où il existe avec différents gaz hydrocarbonés.

L'importance et la variété de ces divers travaux, poursuivis sans interruption pendant 25 ans, déterminent la Commission à proposer d'accorder à M. Albert Colson le prix La Caze (Chimie) pour l'année 1905.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX BORDIN (SCIENCES PHYSIQUES).

(Commissaires : MM. Troost, Gautier, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot; Henri Moissan, rapporteur.)

L'Académie avait proposé pour le prix Bordin de 1905 le sujet suivant :

Des siliciures et de leur rôle dans les alliages industriels.

Deux Mémoires ont été présentés au Concours : l'un, anonyme, portant pour devise : *La Chimie est une science expérimentale;* l'autre par M. **Paul Lebeau.**

Le premier, long Mémoire manuscrit, traite de la préparation et de l'emploi des différents siliciures. Mais ce Mémoire, bien qu'écrit avec soin, n'est qu'un exposé des travaux publiés sur cette question et ne renferme aucune expérience nouvelle de l'auteur.

M. **Paul Lebeau** nous a remis une série de Mémoires comprenant l'ensemble de ses recherches sur les siliciures métalliques. Les travaux effectués par cet auteur comprennent :

1° L'étude des composés définis que peut former le silicium avec les métaux de la famille du fer;

2° L'application de cette étude à la préparation des produits siliciés industriels et à la détermination de l'état sous lequel le silicium existe dans les principaux produits siliciés de la métallurgie.

Dans la première partie de son travail, M. Lebeau s'est attaché à trouver une méthode qui lui permît de préparer à l'état de pureté les composés définis que peut former le silicium avec un même métal. Il a rencontré dans le siliciure de cuivre en fusion un précieux dissolvant du silicium et des siliciures métalliques, dans lequel il a pu faire réagir, sur un poids donné d'un métal, des proportions croissantes de silicium. Il est facile de préparer ainsi une série de culots dans lesquels peuvent cristalliser pendant le refroidissement un ou plusieurs siliciures définis. On peut éliminer le siliciure de cuivre et aussi le silicium en excès, dans le cas de la préparation des siliciures riches en silicium, par des traitements alternés à l'acide azotique et à la lessive de soude. Il en résulte la possibilité de déterminer entre quelles limites on doit faire varier les proportions de silicium pour un poids donné

de métal, pour que le résidu possède une forme cristalline et une composition constantes, que l'on vérifie par l'analyse et l'examen microscopique. Grâce à cette méthode que l'auteur expose d'une façon détaillée dans son étude des siliciures de manganèse, il a pu préparer toutes les combinaisons que forme le silicium avec les métaux de la famille du fer.

Le fer a donné les trois siliciures $SiFe^2$, $SiFe$ et Si^2Fe. Le cobalt et le manganèse ont fourni des composés de formule semblable. Les siliciures de chrome, étudiés en collaboration avec M. Figueras, sont au nombre de quatre et ont pour formules $SiCr^3$, $SiCr^2$, Si^2Cr^3 et Si^2Cr. Tous ces corps ont été isolés à l'état pur et cristallisés et leurs principales propriétés ont été décrites.

En possession de ces connaissances sur les conditions de formation et les propriétés de ces siliciures métalliques, M. Lebeau a ensuite abordé l'étude des différents siliciures industriels. En première ligne se placent les ferrosiliciures que l'industrie électrométallurgique commence à produire en abondance et avec des teneurs en silicium dépassant parfois 50 pour 100. Une étude approfondie lui a permis de reconnaître quels étaient les constituants définis siliciés de ces divers produits.

Les fontes siliceuses ont déjà fait l'objet d'importantes recherches de la part de MM. Troost, Hautefeuille, Osmont, Le Chatelier, Head, Carnot et Goutal. Tous ces savants ont reconnu que le silicium ne paraît pas exister dans ces produits à l'état de composés pouvant être isolés. M. Lebeau n'a pas été plus heureux dans ses recherches, mais son étude des propriétés du siliciure de fer $SiFe^2$ lui a montré que ce composé pouvait exister en présence d'un grand excès de fer et que sa grande solubilité dans ce métal empêchait sa cristallisation pendant la solidification, ce qui nous fait comprendre sa répartition d'une façon homogène dans la masse.

Les constituants définis des manganosiliciures de l'électrométallurgie et des manganèses plus ou moins siliciés obtenus par le procédé de Goldschmidt ont été également étudiés.

Enfin M. Lebeau a en outre remis à l'Académie un Mémoire concernant le siliciure de cuivre industriel, dans lequel il établit que, même dans un siliciure à 50 pour 100, la quantité de silicium combinée au cuivre est toujours voisine de 10 pour 100, correspondant à un composé ayant pour formule $SiCu^4$. Le composé $SiCu^2$, dont l'existence a été admise jusqu'ici, ne se rencontre jamais dans ces produits.

En résumé, M. Lebeau a présenté à l'Académie une importante contribution à l'étude chimique des siliciures métalliques en étudiant un certain

nombre de composés nouveaux, les conditions dans lesquelles ils se forment et les applications qu'ils fournissent pour l'industrie des métaux siliciés.

Votre Commission a confirmé la valeur de ces travaux en leur attribuant le prix Bordin pour l'année 1905.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Gaudry, Bertrand, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Zeiller, Moissan, Perrier; Michel Lévy, rapporteur.)

Les travaux de M. G. **Friedel**, Ingénieur des Mines, Professeur à l'École des Mines de Saint-Étienne, comportent des synthèses, par voie humide à 500° ou 600°, partiellement opérées en collaboration avec notre éminent et regretté confrère C. Friedel; diverses monographies minéralogiques, dont une particulièrement remarquable, sur l'eau de composition des zéolites; enfin, des recherches théoriques et pratiques sur la symétrie, les réseaux cristallins et les macles.

Ces dernières publications [1], qui datent de 1904 et 1905, contiennent l'exposé d'une doctrine cristallographique qui nous paraît le développement naturel des idées de Mallard. La structure périodique n'est pas un résultat nécessaire de l'anisotropie et de l'homogénéité du cristal; car ces deux propriétés, à elles seules, ne sont pas caractéristiques de la matière cristallisée. Ce qui justifie l'hypothèse, c'est uniquement l'existence des propriétés discontinues du cristal, mises en évidence par les faces planes, clivages, etc. Les lois, qui coordonnent ces propriétés discontinues, sont indépendantes des autres propriétés des cristaux; elles ne peuvent être déduites d'aucune considération *a priori* et doivent être placées à la base de la cristallographie.

---

[1] *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale de Saint-Étienne*, 1904 (tirage à part, 1 vol. in-8° de 485 pages) (*Bull. Soc. Min. de France*, 1905).

On les a énoncées sous deux formes : l'une est la loi des troncatures rationnelles d'Haüy, qui doit, pour justifier l'hypothèse d'un réseau cristallin, être complétée par une loi d'observation indépendante (égalité des paramètres de deux arêtes symétriques), et qui, tout en suffisant alors à légitimer le réseau, en laisse cependant la forme indéterminée.

L'autre, plus précise et conduisant à l'entière détermination du réseau, est la loi de Bravais sur la relation qui existe entre l'importance des faces et des clivages et le nombre de nœuds du réseau qu'ils contiennent. Les travaux de M. G. Friedel démontrent que l'application de cette loi fait connaître, avec une précision surprenante, les réseaux d'une foule d'espèces cristallines. Dès lors, la connaissance de la structure périodique acquiert une base solide et il devient impossible de choisir arbitrairement les paramètres de cette période, au profit de telle ou telle théorie.

L'étude des macles montre qu'elles sont toutes déterminées par la symétrie ou la pseudo-symétrie du seul réseau, cette symétrie pouvant d'ailleurs appartenir aussi bien à une *maille multiple* qu'à la *maille simple* la plus petite; après rotation, la maille simple ou la maille multiple sont rétablies ou approximativement rétablies. M. G. Friedel étend ainsi à toutes les macles les considérations de Mallard sur la mériédrie ou la pseudo-mériédrie, et fait disparaître les exceptions, qui étaient plus nombreuses que la règle.

Bien plus, la fréquence relative des divers types de macles peut être, en vertu de cette théorie, prévue *a priori;* elle explique la prédominance des macles à 60°, à 90° et à 54°44′, qui, désormais, ne supposent plus nécessairement une pseudo-symétrie sénaire, quaternaire ou cubique du réseau, ni de la particule. Mais le plus souvent elle est motivée par la pseudo-symétrie d'une maille multiple, dont la rencontre affecte surtout un caractère accidentel.

Les macles, les groupements d'espèces différentes, les syncristallisations isomorphes n'ont donc pas un lien direct et apparent avec la structure intime du cristal; il faut aborder le polymorphisme et les glissements mécaniques pour se procurer quelques notions sur la répartition de la matière dans l'intérieur du réseau cristallin.

Par contre, la nouvelle théorie permet l'étude des surfaces d'accolement; c'est ainsi que l'auteur a pu rendre compte de la macle du péricline, expliquer les surfaces courbes, etc.

La profondeur des vues originales, aperçues par l'auteur, leur liaison avec les découvertes de notre illustre confrère Mallard, la netteté des développements géométriques et philosophiques auxquels M. G. Friedel est

arrivé sans effort après avoir quitté le terrain plus ingrat de la critique, ont frappé votre Commission, ainsi que plusieurs de nos confrères de la Section de Géométrie.

La Commission estime que, conformément au texte du donataire, il y a lieu, cette année, de décerner le Prix Delesse à M. **G. Friedel**, pour l'ensemble de ses travaux de Minéralogie.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. Bertrand, Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Zeiller, Moissan, Perrier; Albert Gaudry, rapporteur.)

Comme l'éminent fondateur du prix dont nous avons à faire l'attribution, M. **Gustave Dollfus** s'est voué à l'étude des coquilles tertiaires, et, comme lui aussi, il en a tiré un admirable parti pour la Géologie.

Collaborateur principal dans le service de la Carte géologique de France, dirigé par notre Confrère M. Michel Lévy, il a donné les feuilles de Paris, Rouen, Évreux, Chartres, Meaux, Melun, Beaugency, et la feuille d'ensemble du bassin parisien jusqu'en Belgique. On sait combien les assises du bassin parisien sont nombreuses. Pour les déterminer, il faut un paléontologiste qui possède une connaissance approfondie des coquilles fossiles. Cette connaissance est poussée si loin chez M. Dollfus, qu'avec des fragments de coquilles engagés dans les échantillons provenant de sondages de puits artésiens, il a maintes fois indiqué la couche qui a été atteinte. En ce moment, où l'on comprend l'utilité de l'étude géologique des eaux souterraines pour l'hygiène, il offre de précieux secours par la netteté avec laquelle il désigne les terrains où les eaux ont passé. Depuis trente années, il mérite la reconnaissance des industriels et des ingénieurs aussi bien que des géologues pour les services sans nombre qu'il leur rend.

Outre ses recherches dans le bassin parisien où il a une autorité incontestée, il a fait sur les fossiles de divers pays d'importants travaux, publiés principalement dans les Recueils de la Société géologique de France, l'*Annuaire géologique universel*, le *Journal de Conchyliologie*, la *Revue critique de Paléozoologie*.

Il a eu plusieurs fois M. Dautzenberg pour collaborateur. L'association de savants comme M. Dautzenberg, si expérimenté dans la Conchyliologie

du monde actuel, et M. Dollfus, si expérimenté dans la Conchyliologie du monde passé, a produit des œuvres qui réunissent toutes les garanties d'exactitude pour comparer la marche des êtres à travers le temps et à travers l'espace.

Ainsi, M. Dollfus a appris qu'à l'époque du Tertiaire inférieur les mollusques du bassin de Paris ont eu des affinités avec les formes actuelles de la mer Rouge, de la mer des Indes et des Philippines. Au contraire, ceux du Tertiaire moyen de la Touraine et de l'Autriche en ont eu avec les formes actuelles du cap Vert, du Sénégal et de la Guinée. Ceux du Tertiaire supérieur du Cotentin, de la Belgique et de l'Angleterre en ont eu avec les formes actuelles de la Méditerranée.

A son mérite scientifique, M. **Gustave Dollfus** joint celui du désintéressement le plus absolu; il n'a jamais sollicité une récompense pour tant de beaux travaux qu'on lui doit.

Votre Commission, à l'unanimité, propose de lui attribuer le Prix Fontannes.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX ALHUMBERT.

(Commissaires : MM. Gaudry, Bertrand, Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Zeiller, Moissan, Perrier; M. de Lapparent, rapporteur).

Pour répondre avec succès à la question posée en vue du prix Alhumbert, c'est-à-dire la détermination de l'âge des dernières éruptions volcaniques de la France centrale, il convenait de joindre, à une connaissance approfondie de toute la région, la science d'un pétrographe, le coup d'œil d'un homme rompu aux difficultés de la stratigraphie, l'habileté d'un paléontologiste, enfin la compétence d'un préhistoricien. Par surcroît, en présence des appréciations divergentes des auteurs, la sagacité d'un critique n'était pas moins nécessaire.

Par une heureuse rencontre, cet assemblage de conditions s'est trouvé réalisé chez l'auteur du Mémoire que récompense l'Académie. Enfant du pays, dont il connaît les moindres recoins, et où depuis longtemps le Service de la Carte géologique de France utilise son activité, M. **Marcellin Boule** a mené de front, sous la direction de M. Michel Lévy, l'étude microscopique des roches et celle de leurs relations sur le terrain. Devenu, après

son maître M. Gaudry, le chef de ce beau laboratoire de Paléontologie du Muséum, dont la Science française a le droit d'être fière; directeur d'une publication anthropologique qui lui assure un des premiers rangs parmi les maîtres de la préhistoire; mesuré dans ses conclusions autant que prompt à l'enthousiasme pour les choses vraiment démontrées, il a de plus acquis, de son fréquent contact avec la nature, un sens très affiné de la signification des formes topographiques.

Il eût presque suffi à M. Boule, pour répondre au programme du prix, de présenter la collection de ses travaux antérieurs. Il a fait mieux, en rédigeant tout exprès un Mémoire qui débute par un remarquable résumé de l'histoire volcanique du Massif central, comprenant à la fois l'Aubrac, le Cantal, le Mont-Dore, la chaîne des Puys, le Velay et le Vivarais. Éliminant ensuite les deux premières régions, où l'activité éruptive n'a pas survécu au pliocène, l'auteur établit que les volcans à cratères du Velay, ainsi que celui de Gravenoire, sont vraisemblablement contemporains de l'éléphant antique, tandis que les laves du Vivarais, épanchées dans des conditions semblables à celles du Puy, devraient, comme ces dernières, dater pour la plupart de l'époque moustérienne du mammouth, les plus récentes, notamment la coulée du Tartaret, étant sorties avant la fin de l'époque du Renne. Si donc l'homme paléolithique a certainement vu fumer les derniers volcans du Massif central, en revanche l'histoire proprement dite n'a rien connu de ces éruptions, quoi qu'on ait cru pouvoir déduire de certains textes, dont M. Boule rétablit le vrai sens.

Cette démonstration, à laquelle on pouvait être tenté de consacrer des volumes, M. **Boule** a su la condenser en un petit nombre de pages convaincantes, ajoutant le mérite de la sobriété à celui d'une précision qui fait de son Mémoire une œuvre de haute valeur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Giard, Chatin; Bornet, rapporteur.)

De Bary, ses élèves et ses continuateurs ont fait connaître, chez les Champignons Ascomycètes, des organes précurseurs de la formation des périthèces. Ces organes diffèrent beaucoup les uns des autres. Les plus parfaits ont une grande ressemblance avec l'appareil sexuel des Oomycètes et en particulier des Péronosporées. Le couple se compose alors de deux rameaux jumeaux semblables ou dissemblables. Dans ce dernier cas, et par analogie, on a désigné l'un sous le nom d'*oogone* et l'autre par celui d'*anthéridie*. Le plus souvent cet organe n'est représenté que par une portion de filament mycélien droite ou contournée. Chez les Lichens le filament spiralé se prolonge en un poil saillant hors du thalle. Dans les Ascomycètes les plus relevés on ne trouve aucune trace d'appareil initial.

Regardée comme vraisemblable dans les formes pourvues de cet appareil qui sont les plus rapprochées des Champignons où la fécondation est indubitable, la réalité de cette fécondation n'avait jamais été démontrée et l'on tenait les Champignons supérieurs comme dépourvus de sexualité, les Ascomycètes aussi bien que les Basidiomycètes chez lesquels, du reste, on n'avait jamais aperçu d'organe précurseur de la formation du fruit.

Un nouveau point de vue surgit pendant les années 1892-1893. M. Rosen, puis M. Wager trouvèrent que la jeune baside de certaines Agaricinées contient un noyau formé par la fusion de deux ou plusieurs noyaux préexistants. De son côté M. **Dangeard** découvrait, avec son collaborateur M. Sappin Trouffy, qu'une fusion nucléaire existe normalement dans la téleutospore des Urédinées. Puis il étendit ses recherches aux Ustilaginées, aux Basidiomycètes, aux Ascomycètes, retrouva partout les mêmes phénomènes et put ainsi établir que le noyau de la baside, comme celui de l'asque, est le produit de la fusion de deux noyaux. Pour lui cette karyogamie intracellulaire est la reproduction sexuelle depuis si longtemps cherchée dans les Champignons supérieurs.

Cette découverte et cette conclusion de M. Dangeard suscitèrent de nombreuses recherches et d'âpres controverses. A quelques détails près les faits furent reconnus exacts. L'accord ne se fit pas sur l'interprétation que M. Dangeard en donnait. La plupart refusèrent de voir une véritable fécondation dans cette karyogamie intracellulaire, d'autres lui accordèrent l'équivalence physiologique. « Peut-être analogue, non homologue », disait M. P. Groom.

M. Harper, en 1895, reprenait l'étude du *Sphaerotheca Castagnei* dont l'appareil initial ressemble à celui de certaines Péronosporées, et il annonçait qu'entre l'oogone et l'anthéridie s'établit une communication par laquelle le noyau mâle va se fusionner avec le noyau femelle. En 1900, le même auteur fit une observation semblable chez le *Pyronema confluens*.

Dans un Mémoire très développé sur le *Sphaerotheca Castagnei* M. Dangeard conteste la réalité de la copulation dans cette espèce. Il ne l'a jamais rencontrée et lui oppose deux objections qui valent dans tous les cas semblables. On trouve des anthéridies dont le contenu est dégénéré avant toute anastomose et d'autres chez lesquelles le noyau est très net lorsque le jeune ascogone montre déjà deux noyaux et commence à s'entourer de filaments recouvrants.

En présence de ces assertions contradictoires et dans l'espoir de provoquer la découverte de faits nouveaux permettant de résoudre l'intéressante et difficile question de la sexualité chez les Champignons supérieurs, le sujet suivant fut mis au concours :

Rechercher et démontrer les divers modes de formation et de développement de l'œuf chez les Ascomycètes et les Basidiomycètes.

Un seul envoi est parvenu au Secrétariat. Il a été adressé par M. P.-A. Dangeard, professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de Poitiers. Il comprend plusieurs Mémoires et Notes déjà publiés et un Atlas de 49 planches inédites où sont représentés, avec une abondance et une continuité rarement égalées, les divers stades de développement dans les différents groupes d'Ascomycètes. Des préparations mises par l'auteur à la disposition de la Commission ont montré que les dessins les reproduisent fidèlement. 23 espèces appartenant à 17 genres y sont figurées. C'est un travail considérable qu'un observateur expérimenté, rompu aux méthode de culture et d'investigation usitées dans les meilleurs laboratoires, pouvait seul conduire à bonne fin. On sait en effet que l'étude cytologique des Champignons est une des plus difficiles. L'Atlas contient des figures de 7 espèces dont les

organes qui président à la formation du périthèce sont représentés pour la première fois. D'autres figures complètent l'histoire histologiqne des divers stades de développement de deux genres insuffisamment connus à cet égard.

Dans la question proposée pour le concours l'expression *formation de l'œuf* est prise dans le sens qu'on donne ordinairement au mot *fécondation :* la combinaison de deux corps protoplasmiques pourvus de noyau. Les observations de M. Dangeard n'ont pas apporté de faits en sa faveur, et sous ce rapport n'ont pas répondu à la question. Bien au contraire ces observations appuient l'opinion que cette sorte de sexualité n'existerait pas chez les Champignons supérieurs. En tout cas elle y serait réduite à un fort petit nombre d'exemples. D'autre part la fusion nucléaire d'où résulte la formation de la baside et de l'asque est assez différente de la fécondation ordinaire pour qu'on la désigne sous un autre nom. C'est en particulier ce qu'a fait M. R. Maire, auteur de recherches spéciales sur la cytologie des Champignons supérieurs et qui, pour le reste, est d'accord avec M. Dangeard.

Ces réserves faites et laissant à l'avenir la tâche de concilier les appréciations divergentes qui existent en ce moment, il est juste de reconnaître que la karyogamie intracellulaire découverte par M. Dangeard, « la fusion de Dangeard », comme écrit M. Juel, est, par sa généralité, d'un intérêt incontestable. « Comme elle se produit à un stade défini de la vie de l'individu, à la période qui précède immédiatement la formation des spores et qu'il ne semble pas y avoir d'exception, il est évident que ce phénomène est d'une importance considérable dans la vie des Champignons supérieurs » (Wager). Que cette fusion soit une mixie (Maire), une fécondation réduite (Blackman) ou une apogamie ressemblant beaucoup à un procédé sexuel (Davis), il reste acquis qu'en la faisant connaître, M. Dangeard a mis une notion positive à la place de la doctrine négative qui prévalait avant lui.

Ajoutons que M. Dangeard dirige depuis 16 ans une publication périodique, *Le Botaniste,* presque entièrement occupée par ses travaux personnels dont beaucoup ont fourni d'utiles renseignements sur des questions peu étudiées.

Pour ces motifs la Commission décide d'attribuer à M. **Dangeard** le Grand prix des Sciences physiques pour 1905.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Giard, Chatin; Bornet, rapporteur.)

Parmi les Ouvrages adressés au concours pour le prix Desmazières la Commission a distingué l'envoi de M. **Ferdinand Renauld** comme particulièrement remarquable. Il se compose d'un Volume intitulé : *Prodrome d'une Flore bryologique de Madagascar*, accompagné d'un Atlas faisant partie de l'Histoire physique et naturelle de Madagascar, publiée par M. Alfred Grandidier et d'une Étude manuscrite sur l'anatomie, la classification et la distribution géographique des *Leucoloma*.

La Flore bryologique de Madagascar, quand elle n'était pas encore imprimée, a valu à M. Renauld un prix en 1895. A cette date, l'Atlas n'était pas publié. Il a paru en quatre parties : de 1898 à 1901. Les planches, au nombre de 130, sont remplies de figures anatomiques dessinées par l'auteur. On voit qu'il s'agit d'une œuvre considérable.

Le travail manuscrit est une étude préparatoire à une monographie d'un genre de Mousses assez vaste puisqu'il comprend plus de 200 espèces. L'auteur s'est appliqué à déterminer les caractères les plus propres à distinguer des sous-genres et des sections; ces coupures, quand elles sont établies, permettent de rédiger les descriptions sur un plan uniforme, en les allégeant des caractères de groupe. L'emploi des caractères anatomiques fournit des moyens diagnostiques précieux.

M. Renauld a été conduit à transformer en genres les trois sous-genres qu'il avait établis antérieurement dans le *Prodrome de la Flore bryologique de Madagascar*. Les différences que présente la disposition des éléments anatomiques du limbe de la feuille suffisent, à elles seules, pour distinguer chacun des trois genres, et ces caractères concordent avec les caractères carpologiques.

Après avoir décrit les caractères anatomiques et morphologiques des genres, des sous-genres et des sections dans lesquels les espèces sont réparties, M. Renauld en fait connaître la distribution géographique. D'une manière générale, les *Dicranoloma* ont leur centre de végétation dans le bassin austral du Pacifique; ils paraissent manquer au bassin de l'Atlantique. Les *Leucoloma* occupent le bassin de l'Océan Indien avec un centre secondaire dans la mer des Antilles. Enfin, les *Dicnemoloma* ont leur principal

centre de végétation en Australie; ils n'ont pas encore été trouvés dans l'Océan Indien.

Pour ces deux travaux, la Commission attribue le prix Desmazières à M. F. **Renauld**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Bonnier, Prillieux, Zeiller; Guignard, rapporteur.)

La Commission avait à examiner, d'une part, une série de publications faites par M. **L. Lutz** sur l'emploi des substances organiques comme source d'azote pour les végétaux, d'autre part, un Mémoire de M. **Is. Gallaud** sur les mycorhizes endotrophes.

I. Au cours de ces vingt dernières années, la nutrition azotée des végétaux, supérieurs ou inférieurs, a vivement attiré l'attention. Mais la plupart des travaux dont elle a été l'objet ne visent que la fixation directe de l'azote atmosphérique, soit par les plantes, soit par les micro-organismes, soit par le sol, ainsi que l'assimilation de l'azote provenant des nitrates ou des sels ammoniacaux. Jusqu'à ces derniers temps, on pensait que, pour être assimilables, les substances organiques azotées devaient subir deux fermentations successives, la première les transformant en sels ammoniacaux, la seconde en nitrates directement assimilables. M. Müntz a montré récemment que cette transformation des sels ammoniacaux en nitrates n'est pas nécessaire.

Ce fait étant bien établi, M. Lutz s'est proposé de rechercher si les ammoniaques composées (amines et sels d'ammoniums composés), les amides, les nitriles, les alcaloïdes, pouvaient servir de substances nutritives sans que leur azote eût été préalablement transformé en azote ammoniacal ou nitrique. Les expériences ont été faites dans des conditions d'asepsie aussi rigoureuse que possible, et de telle sorte qu'aucune action, soit fermentaire, soit fixatrice d'azote libre, ne pût être déterminée par les agents extérieurs. Elles ont conduit aux résultats suivants :

1° Les phanérogames, les algues et les champignons peuvent emprunter l'azote qui leur est nécessaire à des composés organiques appartenant à la

classe des amines, employés sous forme de sels. Cette assimilation peut avoir lieu sans transformation préalable de l'azote aminé en azote nitrique ou ammoniacal. Elle est subordonnée à cette condition que les amines appartiennent à la série grasse et qu'elles proviennent de la substitution, à l'hydrogène, de radicaux dont la grandeur moléculaire ne soit pas trop élevée : c'est ainsi que les méthylamines, par exemple, sont d'excellentes sources d'azote assimilable, tandis que la benzylamine est insuffisante. Les amines phénoliques agissent comme des toxiques puissants.

Les algues peuvent s'accommoder de milieux un peu plus complexes que les phanérogames; cependant, les amines phénoliques se conduisent encore vis-à-vis d'elles comme des substances toxiques.

Les champignons ont fourni des résultats encore plus précis, en ce sens que l'on a pu mesurer, pour ainsi dire, le degré d'assimilabilité des diverses amines. Les poids de champignons obtenus dans les cultures étaient d'autant plus élevés que la grandeur moléculaire du radical substitué à l'hydrogène l'était moins.

2° Les alcaloïdes sont inassimilables directement. Mais il n'en est plus de même si on les ajoute à un milieu nutritif contenant de l'azote assimilable. Grâce à cet artifice, on peut faire absorber aux champignons des doses considérables de ces substances, et cette absorption se traduit par une notable augmentation de poids du végétal recueilli. En outre, les mêmes règles, qui gouvernent l'assimilabilité des amines, gouvernent aussi celles des alcaloïdes : plus la grandeur moléculaire de ces corps est élevée, moins ils sont assimilables.

3° En raison de leur instabilité, les amides n'ont été essayées que sur les algues et les champignons. Elles se comportent comme les amines, celles de la série grasse étant directement assimilables par ces végétaux, tandis que celles de la série aromatique sont impropres à tout développement. Mais leur assimilabilité n'est plus soumise à la loi de gradation observée dans le cas des amines.

4° Les nitriles sont à peu près inassimilables directement; mais, si on les ajoute à un liquide nutritif azoté, au liquide Raulin par exemple, on voit se reproduire, quoique avec une intensité moindre, les phénomènes observés pour les alcaloïdes et certaines amines en présence des sels ammoniacaux.

Les données qui résultent des expériences précédentes ont permis ensuite de comparer l'assimilabilité relative des amines, amides et nitriles. De cette comparaison se dégage la conclusion suivante : les amides sont, de tous ces corps azotés, les plus assimilables, et même, dans le cas des champignons,

les rendements fournis par les termes inférieurs de la série sont supérieurs à ceux obtenus sur liquide Raulin, c'est-à-dire avec les sels ammoniacaux; les amines occupent le deuxième rang et les nitriles le troisième. Ces résultats concordent avec les prévisions que l'on pouvait tirer de la constitution chimique de ces divers composés.

Il paraît donc à peu près prouvé aujourd'hui qu'un assez grand nombre de substances organiques sont directement assimilables par les végétaux. Cette propriété n'est pas sans intérêt, car elle permet de réduire à de plus justes proportions le rôle que l'on attribuait jusqu'ici aux transformations que la matière azotée devait subir avant d'être assimilable. La succession des fermentations, ammoniacale d'abord, nitrique ensuite, supposait en effet, dans l'action des engrais organiques naturels, une lenteur qui ne concordait pas avec ce que l'on constate dans la pratique. En ce qui concerne plus spécialement les alcaloïdes, il semble bien que l'on ne puisse plus les considérer exclusivement comme des substances de déchet. En tout cas, sur ce point comme sur d'autres, les recherches de M. Lutz, déjà confirmées par divers expérimentateurs, ouvrent de nouveaux horizons à l'étude du problème si important de l'assimilation de l'azote.

II. Chez un grand nombre de végétaux, les racines sont associées à des champignons avec lesquels elles constituent ce qu'on appelle des *mycorhizes*. Que le champignon soit extérieur à la racine et l'entoure simplement d'une gaine mycélienne (mycorhizes ectotrophes), ou qu'il végète dans les cellules mêmes de cet organe sous forme de pelotons filamenteux (mycorhizes endotrophes), cette association a été considérée comme une véritable symbiose par les premiers auteurs qui l'ont étudiée. Dans le premier cas, la gaine mycélienne se substituerait aux poils radicaux dont elle remplirait les fonctions; le champignon absorberait, pour les céder à la plante, les sels minéraux et les aliments organiques azotés renfermés dans l'humus, où les mycorhizes ectotrophes prennent leur plus grand développement; en retour, la plante céderait au champignon des matériaux hydrocarbonés. Dans le second cas, la plante se procurerait des aliments azotés en digérant le champignon qu'elle renferme.

Cette théorie sur le mode de nutrition des plantes à mycorhizes, en particulier des arbres des forêts, a été défendue principalement par Frank, et, comme il était à prévoir, elle a suscité de nombreuses recherches. Sans abandonner entièrement les idées de ce savant, les auteurs qui ont étudié à nouveau les mycorhizes ectotrophes ne leur accordent plus aujourd'hui

une aussi grande importance. Quant aux mycorhizes endotrophes, qui n'ont avec l'extérieur que des relations peu nombreuses et irrégulières, le rôle qui leur avait été attribué pouvait paraître quelque peu problématique. Pour être fixé à cet égard, certains observateurs, Stahl et N. Bernard par exemple, ont eu recours à des études de biologie comparée; d'autres, tels que Janse, Magnus, Shibata, etc., ont plus spécialement porté leur attention sur les caractères histologiques et les réactions mutuelles de l'endophyte et de la cellule qui l'héberge. Mais ces derniers travaux n'ont eu pour objet qu'un petit nombre de plantes, alors que les mycorhizes endotrophes se rencontrent chez beaucoup de végétaux.

M. Gallaud a pensé qu'il était bon d'étendre les observations à des cas plus nombreux. Il a été amené à constater qu'en dehors des types de mycorhizes endotrophes déjà connus il en existe d'autres plus ou moins compliqués, que l'on peut ranger en séries distinctes. Après avoir étudié les caractères des endophytes, il a essayé de savoir dans quelle mesure la plante influe sur le champignon et le champignon sur la plante. Il a cherché ensuite, par des expériences de culture, à isoler les champignons des mycorhizes et à reproduire l'infection; s'il n'y est point parvenu, il a du moins montré que ceux de ses prédécesseurs qui croyaient avoir obtenu un résultat positif n'avaient pas mieux réussi : seul, N. Bernard a fait connaître récemment un hyphomycète qui semble bien être l'endophyte de plusieurs Orchidées. Pour les autres plantes, la nature du champignon reste encore à déterminer.

En ce qui concerne le rôle des endophytes, il ne paraît pas non plus avoir été exactement interprété antérieurement : au lieu d'une symbiose harmonique entre le champignon et la plante hospitalière, il s'agirait plutôt d'un saprophytisme interne, le champignon empruntant seulement aux racines des éléments nutritifs non vivants. La plante hospitalière se défend, grâce à la puissance digestive de ses cellules, et récupère de la sorte une partie des éléments qui lui ont été enlevés par le champignon.

En résumé, ces observations délicates, accompagnées de recherches expérimentales bien conduites, nous font mieux connaître certaines particularités anatomiques et biologiques des endophytes des mycorhizes.

La Commission est d'avis de décerner à M. **Lutz** un prix de *mille francs* et à M. **Gallaud** un prix de *cinq cents francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX THORE.

(Commissaires : MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard; G. Bonnier, rapporteur.)

Parmi les Mémoires présentés pour le Prix Thore, la Commission a distingué l'ensemble de six travaux relatifs à divers Champignons qui attaquent les vignes cultivées en Europe. Ces recherches sont dues à M. **DE ITSVANFFI**, professeur à l'Université de Buda-Pesth, et sont illustrées de nombreuses planches dont l'exécution est très remarquable.

Le plus important de ces travaux est une étude détaillée, et encore inédite, du Rot-gris (*Botrytis cinerea*). Dans la première Partie de ce Mémoire, l'auteur étudie l'action de la température sur la germination des spores et l'application pratique de cette étude, montrant la supériorité de l'emploi du bisulfite de soude sur le traitement par la bouillie bordelaise dans le cas où l'on veut empêcher le développement des spores sur les grappes. M. de Itsvanffi examine aussi l'influence de la dessiccation sur la vitalité des spores de *Botrytis* et fait voir que l'humectation et le dessèchement alternatif des spores s'opposent presque complètement à leur germination. L'auteur compare à ce propos, et aussi d'après ses recherches sur l'action du froid, les traitements généraux du Rot-gris par la bouillie bordelaise, par chacune des diverses substances qui la composent et par l'action d'un mélange d'argile et de bisulfite de soude; les résultats obtenus montrent que ce dernier traitement serait le meilleur.

La seconde Partie de ce Mémoire est consacrée à divers points de l'étude morphologique du parasite. L'auteur suit, en particulier, la formation des sclérotes du Champignon, à l'état naturel, dans les diverses régions de la Vigne. Cette description est complétée par l'examen de l'évolution du Champignon en diverses cultures dans des milieux artificiels.

Les autres travaux présentés par M. de Itsvanffi et publiés tout récemment (1904-1905) sont relatifs à l'hivernage du Mildiou, à l'Oïdium, à deux Champignons signalés par l'auteur comme de nouveaux parasites de la Vigne et enfin à la maladie des vignobles causée par un autre Champignon (*Phyllosticta*) dont l'étude avait été jusqu'alors très incomplète.

Toutes ces recherches, exécutées au triple point de vue de la description mycologique détaillée, de la physiologie et de l'évolution des espèces para-

sites, de l'emploi rationnel des meilleurs remèdes à adopter pour combattre les maladies causées par ces Champignons, ont paru à la Commission dignes d'une nouvelle récompense.

En conséquence, la Commission décerne le prix Thore à M. **de Itsvanffi**, déjà Lauréat de l'Académie.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Grandidier, Laveran, Lannelongue; Perrier, rapporteur.)

La Commission propose d'attribuer le prix Savigny à M. **Charles Gravier**, assistant au Muséum d'Histoire naturelle, qui a entrepris à ses frais l'exploration de la baie de Tadjourah et d'où il a rapporté une magnifique moisson d'Hydroméduses, de Coralliaires, de Vers, de Mollusques, de Poissons, tous admirablement conservés et qui constituent la plus belle série de pièces qui aient été recueillies dans cette région. Toutes les collections sont, pour l'étude, confiées à des spécialistes : 8 espèces d'Hydroïdes, 48 de Coralliaires, 29 d'Échinodermes, une centaine d'espèces de Vers dont plus de 70 nouvelles; 18 espèces de Tuniciers dont 8 nouvelles; environ 200 espèces de Mollusques et 32 de Poissons, voilà le bilan sommaire de cette récolte. Des types perdus de Savigny ont été retrouvés; des espèces qui n'avaient pas encore été signalées sur la côte d'Afrique ont été recueillies, des observations qui n'avaient jamais été répétées ont été contrôlées, et la publication de toutes ces richesses est rapidement menée. Rarement le prix Savigny a été mieux mérité que par l'habile et zélé naturaliste qui a déjà rendu tant de services au Muséum et à la Science.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel, Guyon.)

I. — Prix.

La Commission décerne trois prix : A MM. **L.-C. Maillard, Albert Malherbe, Albert Le Play.**

Rapport de M. **Dastre** *sur les travaux de M.* L.-C. Maillard, *agrégé de Chimie à la Faculté de Médecine de Paris, relatifs aux « Matières colorantes indoxyliques de l'urine humaine ».*

L'existence des couleurs d'indigo dans l'urine (ces couleurs s'y présentant soit en nature, soit en puissance à l'état de chromogène) a été signalée depuis longtemps : l'indigo bleu, depuis Prout en 1840, l'indigo rouge, depuis Schunk en 1857.

En 1900, au moment où M. **Maillard** commençait ses recherches, on croyait savoir que l'urine renferme un chromogène incolore, l'indoxylsulfate de potassium (Baumann et Brieger) qui, par oxydation, fournit l'*indigotine* ($C^{16}H^{10}Az^{2}O^{2}$) identique à l'indigo des teinturiers; et, de plus, suivant quelques auteurs, contredits d'ailleurs par d'autres, l'*indirubine,* indigo rouge, isomère de l'indigotine. M. Maillard vérifie bien, suivant la doctrine précédente, la présence du chromatogène indoxylique (indoxylsulfate, indoxylglycuronate) improprement appelé *indican.* Mais dans la transformation, par oxydation, de ce chromogène indoxylique, M. Maillard saisit un terme intermédiaire, l'hémi-indigotine. La substance bleue qui apparaît la première n'est pas l'indigotine : c'est l'*hémi-indigotine* $C^{16}H^{10}Az^{2}O^{2}$, qui en diffère par quelques caractères intéressants. Elle peut se transformer en indigotine vraie [dont la formule doit être doublée ($C^{32}H^{20}Az^{4}O^{4}$)], si le milieu est alcalin; ou bien en indigo rouge, indirubine, de même formule, si le milieu est acide. En d'autres termes, l'hémi-

indigotine se transforme par polymérisation en indigo bleu (groupement parallèle de deux molécules) ou en indigo rouge (groupement symétrique).

Ce résultat, important au point de vue de la Chimie, ne l'est pas moins au point de vue du diagnostic médical. La matière rouge (l'une au moins des matières rouges) que l'action des acides fait apparaître dans les urines a la même origine que la matière bleue : la signification physiologique ou pathologique est donc la même pour l'une et l'autre couleur et pour toutes les couleurs intermédiaires, du violet au pourpre. Ainsi tombent une foule d'interprétations pathologiques fondées sur la diversité de ces colorants.

M. Maillard a donc, en résumé, définitivement identifié les couleurs indigotiques de l'urine, jusque-là correctement interprétées par certains auteurs, incorrectement par d'autres; il a établi la loi de polymérisation de l'hémi-indigotine en indigo bleu et indigo rouge. Ces résultats ont à la fois un intérêt chimique et des conséquences pour la Médecine. Ajoutons que M. **Maillard** a, chemin faisant, redressé des erreurs (interprétation de la diazoréaction d'Ehrlich), perfectionné les moyens de dosage des colorants indoxyliques, de manière à les approprier aux besoins de la Physiologie et de la Médecine. Il a, en résumé, ramené à quelques lignes précises et simples un chapitre obscur et très chargé de la Chimie médicale.

La Commission décerne un prix à M. **Albert Malherbe** pour ses recherches sur le *Sarcome*.

Rapport de M. **Guyon**.

M. le Dr **Albert Malherbe**, professeur à l'École de Médecine de Nantes et directeur de cette École, a soumis au jugement de l'Académie le résultat de ses recherches sur le *Sarcome*. Ce travail donne le résultat d'investigations anatomo-pathologiques qui ont eu pour matériel 131 cas observés par l'auteur; elles ont été poursuivies pendant 25 ans.

Une observation aussi prolongée et aussi étendue a permis à l'auteur de formuler dans son Ouvrage des principes de définition et de classification, et d'appuyer ses descriptions sur des faits et des figures qui font de son œuvre l'une des plus complètes et des plus originales publiées sur cet important sujet.

L'incertitude et la confusion qui règnent encore aujourd'hui sur la nature, l'origine et les limites de cette classe de tumeurs justifient la nécessité de vues générales et font sentir la nécessité d'une définition précise.

M. Malherbe prend nettement parti en définissant le sarcome : « une tumeur résultant de la prolifération, avec altération du type, des cellules des tissus conjonctifs »; il considère que le sarcome est « la forme maligne primitive de toutes les néoplasies de la substance conjonctive ». Cette manière de voir, déduite de faits longuement et soigneusement étudiés, élargit les théories pathogéniques proposées jusqu'à présent et paraît leur être supérieure. La classification des sarcomes en cinq espèces est la plus complète que nous connaissions.

M. Malherbe a depuis longtemps pris parmi les chirurgiens anatomo-pathologistes une place importante; il a, le premier, donné la description de l'*epithelioma* calcifié de la peau, du myélome des glandes tendineuses et fourni une théorie nouvelle des tumeurs mixtes des glandes salivaires. La Commission propose à l'Académie d'attribuer un prix Montyon à M. le professeur **Albert Malherbe**, de Nantes.

Un prix est accordé à M. **A. Le Play** pour ses recherches expérimentales sur les *Poisons intestinaux*.

Rapport de M. **Bouchard**.

J'avais démontré et mesuré expérimentalement la toxicité du contenu de l'intestin et montré par la clinique que cette intoxication, soit aiguë, soit chronique, retentit sur la vie de la plupart des cellules de l'économie, en particulier sur le système nerveux, sur le foie, sur les reins, sur la peau, sur les os. M. **Le Play**, dans diverses Notes dont plusieurs ont été faites en collaboration avec M. Charrin, mais surtout dans son important travail intitulé : *Les Poisons intestinaux*, a repris cette question et, par l'alliance de l'expérimentation et de la clinique, ajouté aux faits déjà connus d'autres faits d'un très haut intérêt qui permettent de mieux comprendre le mécanisme des auto-intoxications.

L'extrait des matières fécales des enfants est toujours toxique. Il l'est moins qu'à l'état normal chez les athrepsiques; il l'est plus qu'à l'état normal dans l'entérite aiguë. On intoxique un animal par ses propres poisons intestinaux, soit en lui injectant leur extrait sous la peau, soit en ralentissant la marche des matières par une ligature plus ou moins serrée placée sur le cœcum.

On peut faire par ces deux méthodes des intoxications aiguës et des

intoxications chroniques. On peut obtenir des lésions du foie, des reins, du système nerveux, des os.

Si l'intoxication porte sur un lapin en croissance, il se produit une dystrophie généralisée comparable au nanisme. C'est sur le squelette que les altérations sont le plus marquées.

C'est d'ailleurs tout l'ensemble de la nutrition qui est en souffrance chez ces animaux. La désassimilation azotée est ralentie tant pour la quantité que pour la qualité : moins d'albumine détruite; destruction de cette albumine arrêtée à un degré où elle reste imparfaite. Au contraire, il y a exagération dans l'élimination des substances minérales.

L'auteur conclut de son étude que la muqueuse digestive défend normalement l'organisme contre la pénétration des poisons formés dans la cavité de l'intestin, poisons qui sont abondants, surtout dans le segment moyen de l'intestin grêle. Si la muqueuse devient malade, les poisons peuvent être résorbés.

II. — MENTIONS.

La Commission attribue trois mentions : A MM. **H. Guilleminot**, **J. Belot**, **Edmond Loison**.

Rapport de M. **d'Arsonval**.

M. le Dr **Guilleminot** a présenté un traité d'*Électricité médicale* qui offre nombre de points originaux, notamment les suivants :

1° Description d'appareils nouveaux imaginés par l'auteur tels que : les spirales de haute fréquence; un ozoneur construit avec ces spirales; un réducteur de potentiel à plaque chauffante pour cautère; un orthodiagraphe.

En second lieu l'auteur a développé, dans cet Ouvrage, certains points spéciaux de la Physique théorique susceptibles d'applications ou de déductions médicales importantes.

La partie médicale est fort bien traitée. Sous la rubrique de chaque maladie, en particulier, l'auteur a étudié expérimentalement les divers modes d'intervention de l'Électrothérapie. Il a donné une méthode de mensuration de l'aire du cœur, décrit les applications du traitement électrique à la cure des maladies arthritiques et de l'obésité, en appliquant les données formulées par son maître, notre confrère M. Bouchard, dans le laboratoire duquel tous ces travaux ont été poursuivis.

M. Guilleminot, en somme, a su allier, avec un rare talent, les connaissances du physicien aux qualités de l'expérimentateur et du clinicien.

Votre Commission, en conséquence, vous propose de lui décerner une mention pour le prix Montyon (Médecine et Chirurgie).

Rapport de M. D'ARSONVAL.

L'Ouvrage présenté par M. le Dr **J. Belot** traite exclusivement de l'application des rayons Röntgen au traitement des maladies.

Après un exposé très bien fait des divers procédés physiques pour l'obtention des rayons X, l'auteur s'est surtout attaché à doser scientifiquement ces rayons, tant au point de vue de leur *qualité* que de la *quantité* absorbée par les tissus. Cet exposé est capital et constitue une partie vraiment originale de l'œuvre de l'auteur.

Cette étude précise du dosage en radiothérapie, cette posologie des rayons Röntgen différencie nettement le traité du Dr Belot des traités analogues parus tant en Amérique qu'en Allemagne.

Dans une troisième partie, la plus développée et la plus importante au point de vue pratique, l'auteur passe en revue les diverses applications de la Radiothérapie. Il y fait œuvre personnelle en indiquant, pour chaque affection traitée, les résultats de sa pratique et en insistant tout spécialement sur le mode d'administration et sur la question capitale du dosage.

Les affections cutanées y tiennent une grande place, puisque, suivant l'expression de son maître, le Dr Brocq, la Radiothérapie domine, en ce moment, la thérapeutique dermatologique.

Mais l'auteur montre en même temps que la Radiothérapie s'étend bien au delà des limites de la dermatologie et que les néoplasmes, par exemple, ou certaines affections plus générales de l'organisme sont justiciables de ce nouveau mode thérapeutique.

L'Ouvrage de M. le Dr Belot est certainement, à l'heure actuelle, l'exposé le plus complet et le plus original traitant de la thérapeutique par les rayons X. Aussi votre Commission vous propose-t-elle d'accorder à M. **Belot** une mention du prix Montyon (Médecine et Chirurgie).

La Commission décerne également une mention à M. **Edmond Loison** pour son important Ouvrage intitulé : *Les rayons de Röntgen, appareils de production, modes d'utilisation, applications chirurgicales.*

III. — Citations.

La Commission attribue des citations : A M. **Lucien Butte**, pour un travail sur le *Traitement du lupus par le permanganate de potassium;* à M. **Adolphe Javal**, pour une série de travaux sur *La cure de déchloruration;* à M. **Maxime Laignel-Lavastine**, pour un Volume intitulé : *Recherches sur le plexus solaire;* à M. **Ch. Dujarrier**, pour un Volume intitulé : *Anatomie des membres;* à M. **P. Nobécourt**, pour un Volume intitulé : *Les infections digestives des nourrissons.*

Les conclusions de ces Rapports sont successivement adoptées par l'Académie.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Brouardel, Chauveau et Guyon.)

La Commission partage le prix Barbier entre M. **J. Déchery** et M. **G. Rosenthal**.

Rapport de M. **Chauveau.**

M. **Déchery** est récompensé pour l'instrument auquel il a donné le nom d'*aphyso-cautère* et qui est une heureuse modification du cautère Paquelin.

Cette modification consiste dans une très intéressante et très ingénieuse substitution du principe d'appel au principe de refoulement, pour la circulation de l'air chargé des vapeurs d'éther dont la combustion entretient l'incandescence de l'appareil.

Plus de soufflerie : d'où le nom d'*aphyso-cautère*. L'opérateur, tout en se passant d'aide, conserve la liberté de ses deux mains.

L'appareil a, de plus, l'avantage de pourvoir à plusieurs exigences. Il peut à volonté être employé comme couteau chirurgical, comme flambeur et comme cautère ordinaire.

Au point de vue pratique, l'instrument a fait largement ses preuves.

Cette utilisation originale du principe de Giffard a donc introduit, dans l'arsenal de la médecine opératoire, une innovation et un progrès qui méritent d'être récompensés.

Rapport de M. Guyon.

M. le Dr Georges Rosenthal, de Paris, a soumis au jugement de la Commission une série de publications destinées à déterminer les règles de la gymnastique respiratoire. Il en a précisé la technique et établi les indications en s'appuyant sur la physiologie normale et pathologique. Les observations qu'il a pu recueillir depuis trois ans lui ont permis d'indiquer les résultats qu'il est possible d'attendre de l'application d'une méthode rationnelle aux maladies de l'appareil respiratoire, et aux états morbides qui peuvent être heureusement influencés par les exercices respiratoires.

Il étudie l'influence exercée sur la complète pénétration de l'air dans l'appareil pulmonaire par l'insuffisance nasale, l'insuffisance thoracique et l'insuffisance diaphragmatique.

Il démontre que la voie physiologique que l'air doit nécessairement suivre pour circuler dans des conditions normales est la voie nasale. Pour déterminer son appel il recourt uniquement aux respirations volontaires exécutées d'après un rythme déterminé et à l'aide de mouvements réglés par le médecin lui-même; il rejette absolument l'emploi des machines.

Il a contrôlé les résultats physiologiques obtenus par la mesure précise de l'ampliation thoracique, faite par un procédé personnel, et les résultats thérapeutiques par de nombreuses observations. Elles ont trait à l'application de sa méthode dans les affections aiguës de l'appareil respiratoire, dans leur convalescence, dans la prophylaxie de la tuberculose pulmonaire post-pleurétique, dans les convalescences, dans l'insuffisance thoracique et dans les maladies du rhino-pharynx.

La Commission accorde une mention à M. Scrini pour son Mémoire intitulé : *De l'emploi des alcaloïdes en solution huileuse en thérapeutique oculaire.*

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel; Roux et Laveran, rapporteurs.)

La Commission partage les arrérages du prix entre MM. **Vincent**, **Martel** et **Remlinger**.

M. le Dr **Vincent**, professeur à l'École du Val-de-Grâce, a adressé à l'Académie un ensemble de travaux sur l'infection fuso-spirillaire.

M. Vincent a dégagé, de l'ensemble confus des angines ulcéro-membraneuses ou diphtéroïdes, une forme particulière d'angine simulant parfois la diphtérie, due à un bacille fusiforme souvent associé à un spirille, d'où le nom d'*angine fuso-spirillaire*. Cette maladie est aujourd'hui universellement connue sous le nom d'*angine de Vincent*.

D'après les recherches de M. Vincent, la stomatite ulcéro-membraneuse, l'ulcère phagédénique des pays chauds et la pourriture d'hôpital seraient également des manifestations de l'infection fuso-spirillaire.

Les travaux de M. **Vincent** constituent une importante contribution à l'histoire de ces maladies, comme à celle des angines ulcéro-membraneuses.

M. **Martel** a présenté au concours pour le prix Bréant un important Ouvrage sur le *Bacillus anthracis*. C'est un sujet qui a déjà été beaucoup étudié, cependant l'auteur a su y découvrir des faits nouveaux et intéressants. Nous signalerons ceux qui se rapportent aux modifications morphologiques que subit la bactéridie charbonneuse sous diverses influences. Le Chapitre qui traite de la variation de la virulence est surtout original. En inoculant le *Bacillus anthracis* à des chiens enragés, M. Martel a pu, par des passages successifs, obtenir une race capable de faire périr du charbon les chiens les plus résistants.

M. le Dr **Remlinger** a envoyé pour le concours du prix Bréant une série d'opuscules sur la rage. L'auteur a constaté qu'une bougie Berkefeld très poreuse, à grand débit, laissait passer le virus rabique. Comme les observateurs qui précédemment avaient étudié cette question, M. Remlinger a

vu que les bougies Chamberland, moins poreuses que la bougie Berkefeld employée par lui, ne laissaient pas passer le virus.

Ces recherches confirment l'opinion de Pasteur sur l'agent de la rage, il s'agit évidemment d'un microbe très petit, ultra-microscopique.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel; Guyon, rapporteur.)

M. le Dr **Albert Hogge**, de Liége, a soumis à l'examen de la Commission l'exposé de ses recherches sur les muscles du périnée, les glandes dites de *Cowper* et leur développement. Ce long et laborieux travail repose sur une série d'examens destinés à éclairer les points restés obscurs dans une question anatomique complexe; l'auteur les a poursuivis pendant 10 années. Comme matériaux d'études, le Dr Hogge a utilisé des fœtus de différents âges qu'il a étudiés par la méthode des coupes sériées portant sur le bassin complet et non pas seulement sur son contenu. L'étude du développement des muscles du périnée, de la prostate, des glandes génitales accessoires a été faite sur des coupes d'embryons humains de 23^{mm} à 37^{mm} de longueur et de fœtus de $4^{cm},5$ à $10^{cm},5$ de longueur. Ces coupes ont été comparées à celles de fœtus plus âgés. Le Dr Hogge arrive ainsi à des résultats précis dans leur ensemble et dans leurs détails; il confirme plusieurs des points déjà acquis et ajoute des faits nouveaux aussi bien à la description que dans l'étude du développement. Sa conception du muscle uro-génital et du diaphragme pelvien principal ou rectal, lui permet de présenter dans un cadre approprié tous les détails descriptifs. Certaines descriptions sont très personnelles et neuves. La description du sphincter rectal, du noyau fibreux central du périnée, des glandes intra-bulbaires sont de ce nombre.

La Commission propose à l'Académie d'attribuer le prix Godard à M. le Dr **Albert Hogge**, de Liége.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel; Lannelongue, rapporteur.)

La Commission décerne le prix du Baron Larrey à M. **H. Nimier**, professeur au Val-de-Grâce, pour son Ouvrage intitulé : *Blessures du crâne et de l'encéphale par coup de feu.*

Une Mention très honorable est décernée à M. **Marix**, médecin-major de 1re classe au 39e d'artillerie à Toul, pour son Mémoire intitulé : *De l'étiologie et de la prophylaxie de la fièvre typhoïde dans les milieux militaires.*

L'Académie adopte les conclusions de la Commission.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel; Laveran et Dastre, rapporteurs.)

La Commission partage le prix entre M. **Pressat** et MM. **Alquier** et **Drouineau**.

M. le Dr **Pressat**, qui a adressé à l'Académie pour le prix Bellion un Ouvrage intitulé : *Le paludisme et les moustiques,* a dirigé à Ismaïlia l'expérience d'assainissement par la destruction des larves de moustiques qui a eu comme on sait un plein succès. La partie du livre de M. Pressat qui est consacrée à la relation de cette expérience constitue un des documents les plus intéressants que nous possédions aujourd'hui sur la prophylaxie du paludisme.

L'Ouvrage de MM. **J. Alquier** et **A. Drouineau** (*Glycogène et alimentation rationnelle au sucre*) est une étude qui intéresse à la fois la physiologie pure et l'hygiène dans ses rapports avec l'alimentation.

La première Partie est consacrée au rôle physiologique du sucre dans

l'organisme animal. On y trouve un résumé et une mise au point des nombreuses études exécutées dans cette partie de la physiologie par les expérimentateurs les plus récents. Elles y sont appréciées avec un véritable sens critique. A côté des notions déjà classiques sur les hydrates de carbone de l'économie, sur les sources et les modes de formation de ces hydrates et sur la manière dont ils sont utilisés, les auteurs ont présenté avec prudence celles qui sont encore controversées. Enfin, ils ont donné, dans le Chapitre relatif au travail musculaire, un résumé simple des idées nouvelles introduites par notre collègue M. Chauveau dans ce domaine de la Biologie.

La seconde Partie met en lumière les conséquences pratiques qui découlent des faits précédemment exposés. Ces conséquences sont relatives au rôle des aliments hydrocarbonés et des sucres dans l'alimentation de l'homme et du bétail, et dans la production du travail mécanique qu'ils sont appelés à accomplir. Après avoir rappelé les résultats que les expériences de V. Harley, de Mosso, de Langemeyer et Lechensen, de Schumburg ont établis, les auteurs ont l'occasion d'introduire le récit des observations personnelles qu'ils ont faites sur ces questions et qui les qualifiaient pour les présenter au public. De tout cet ensemble se dégage une conclusion pratique d'un haut intérêt, c'est à savoir que le sucre peut et doit avoir une place large et constante dans l'alimentation de l'homme. Au point de vue du rendement énergétique le sucre occupe dans l'alimentation la première place, à la condition qu'il soit employé sous une forme appropriée non seulement à l'espèce animale mais à la production que l'on exploite.

Le travail étendu, consciencieux, informé, original en quelques parties, présenté par MM. **Alquier** et **Drouineau** a paru à la Commission remplir exactement le vœu de la Fondation Bellion.

L'Académie adopte successivement les conclusions de ce Rapport.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel; Bouchard, rapporteur.)

Le prix Mège, arrérages, est accordé à M. **Beni-Barde** pour son livre intitulé : *Exposé de la méthode hydrothérapique.*

Ce livre, qui résume l'observation de toute une vie consacrée à ce mode spécial et fort important de l'action thérapeutique, sera un guide précieux

pour ceux qui veulent se consacrer à cette branche de l'art de guérir. L'auteur passe en revue tous les procédés mis en usage pour provoquer par l'eau appliquée extérieurement des réactions salutaires de l'organisme. La technique est faite de façon très soigneuse et très détaillée. Les indications sont formulées avec une précision qu'autorise la grande compétence de l'auteur. L'analyse des effets thérapeutiques est faite de façon très délicate. Dans une œuvre aussi vaste on trouvera encore à ajouter dans le domaine des interprétations physiologiques, mais on pourra considérer comme solides et définitives la plupart des conclusions qui reposent sur l'observation.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DUSGATE.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Roux, Delage, Perrier, Chauveau; Brouardel, rapporteur.)

M. **Onimus** adresse à l'Académie un Mémoire dans lequel il examine les signes de la mort antérieurement préconisés et montre qu'ils sont incertains.

Pour M. Onimus, la contractilité électromusculaire présente des phénomènes tellement nets pendant les premières heures qui succèdent à la vie, que l'on peut à coup sûr affirmer non seulement la mort réelle, mais même l'époque à laquelle elle remonte.

M. Onimus reconnaît tout d'abord que, si la mort a été rapide, comme chez un décapité, ou si elle a été précédée d'une longue agonie, les phénomènes ne sont pas identiques; d'autre part, la perte de la contractilité ne se produit pas en même temps pour tous les muscles.

Pour les courants induits, la perte de la contractilité se manifeste d'abord dans les muscles de la langue, puis dans ceux de la face excepté le masseter, environ 2 heures et demie après la mort. Dans les muscles des membres, les extenseurs cessent d'être contractiles avant les fléchisseurs. Les muscles du tronc conservent leur contractilité 5 ou 6 heures après la mort.

Les courants continus déterminent une contraction au début et à la cessation du courant; mais, à mesure que l'on s'éloigne du moment de la mort, la contraction n'est plus brusque, elle est lente.

M. Onimus décrit avec soin les différences observées sous l'influence des courants continus pendant la vie et après la mort.

M. Onimus conclut en disant que la contractilité est le signe le plus manifeste de la vie et que l'on peut affirmer que tout animal dont les muscles ne se contractent plus sous l'influence des excitants électriques est absolument mort.

Enfin l'ordre dans lequel les muscles perdent leur contractilité permet d'indiquer à quel moment remonte la mort.

M. Onimus cite un cas dans lequel il fut appelé à décider si la mort était réelle. Les règles précédentes se montrèrent sans une seule défaillance.

M. Onimus insiste ensuite sur le mode d'emploi.

L'auteur pense que ce procédé est très simple, à la portée de tous et propose que dans toutes les mairies il y ait un appareil induit, composé d'une simple bobine, mise en mouvement par une source d'électricité quelconque.

Je suis convaincu qu'entre les mains d'un physiologiste et d'un électricien aussi habile que M. Onimus, les résultats qu'il a mis en évidence seront toujours les mêmes.

Mais bien des médecins n'ont pas cette habileté et les profanes seront fort embarrassés pour se servir de ces appareils. Je ne vois d'ailleurs pas où, dans les mairies de campagne ou au domicile du défunt, on trouvera une source d'électricité.

Mais M. **Onimus** a bien précisé les règles auxquelles obéit la contraction musculaire *post mortem*. Dans des cas spéciaux, mais probablement bien exceptionnels, ses recherches pourront être mises à profit.

La Commission propose de lui accorder une mention très honorable.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Delage, Perrier, Chauveau, Brouardel; Giard, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **F. Henneguy**.

M. F. Henneguy a publié, depuis 26 ans, une série ininterrompue de travaux relatifs à la Cytologie et au développement des Invertébrés et des

Vertébrés. Le progrès de nos acquisitions dans ce domaine nouveau de l'Embryogénie, pendant le dernier quart du XIXe siècle, a été si rapide qu'il importe, pour bien apprécier l'œuvre d'un travailleur, de se reporter très exactement à l'état de la Science au moment précis de ses diverses publications, surtout lorsque ce travailleur a été, comme c'est le cas pour M. Henneguy, un ouvrier de la première heure, souvent même un initiateur dans l'étude de questions complexes et en partie non encore entièrement résolues aujourd'hui.

A la suite des découvertes d'Ant. Schneider, de Bütschli, de O. et R. Hertwig, les embryogénistes, frappés de l'importance des éléments nucléaires dans les curieux processus de la caryokinèse, avaient une tendance à négliger un peu trop l'étude des autres parties de la cellule et à attribuer au noyau seul la formation des corps directeurs découverts par E. von Beneden et désignés sous le nom de *centrosomes*.

Un des premiers, M. Henneguy s'est attaché à montrer le rôle du cytoplasme dans la division cellulaire indirecte : d'après lui, le centrosome, d'*origine cytoplasmique*, se divise, dans les cellules en voie de prolifération active, dès le stade de plaque équatoriale pour donner les deux centrosomes qui orienteront la future division des noyaux-filles, jusqu'alors à l'état virtuel. Ces noyaux-filles ne suivent pas toujours le schéma classique indiqué par Flemming; ils peuvent résulter de l'accolement et de la fusion de chromosomes indépendants qui se sont renflés en vésicules. Ces faits ont été confirmés depuis par de nombreux observateurs et vérifiés sur un matériel très varié.

L'étude des mitoses multipolaires a conduit M. Henneguy à mettre en évidence le rôle des centrosomes vis-à-vis des éléments nucléaires chromatiques, qui se dirigent vers eux suivant des lois analogues à celle de la gravitation. Ces mêmes centrosomes ne sont pas seulement des centres cinétiques tenant sous leur dépendance les mouvements qui se manifestent à l'intérieur de la cellule pendant sa division; ils doivent être considérés aussi comme centres cinétiques des mouvements des plastidules externes de l'organisme cellulaire (cils vibratiles, flagelles, etc.). Dans les éléments spermatiques, ils sont en rapport intime avec le filament moteur de la cellule. La situation des corpuscules basaux des cils vibratiles et leur ressemblance au point de vue de la forme, de la dimension et de la colorabilité avec les centrosomes, ont conduit M. Henneguy, d'une manière indépendante et un peu avant von Lenhossek, à considérer ces corpuscules basaux comme des centrosomes et des centres moteurs des cils. La théorie aujourd'hui connue

sous le nom de *Théorie d'Henneguy-Lenhossek* a provoqué de nombreux travaux et d'intéressantes discussions.

Au cours de ses recherches d'Embryogénie proprement dite, M. Henneguy a étudié le corps encore énigmatique connu sous le nom de *noyau vitellin* ou *vésicule de Balbiani*, qu'on trouve dans les œufs ovariens de la plupart des animaux. Il a prouvé que ce corps, qui paraît être constitué par de la substance nucléolaire, est un organe ancestral qui, avec les éléments nucléolaires de la vésicule germinative, correspond au macronucléus des Infusoires ciliés, le micronucléus étant représenté par le réseau chromatique nucléaire et prenant seul part au processus de la fécondation.

Aux divers modes déjà connus de régression des œufs ovariens non fécondés, M. Henneguy en a ajouté un nouveau, la dégénérescence par segmentation, dans lequel le vitellus se divise en un certain nombre de masses qui rappellent les blastomères d'une véritable morula. Chacune de ces masses renferme un fragment du noyau qui peut donner des figures mitosiques rudimentaires. Ces faits prennent une signification nouvelle depuis les recherches récentes de Lœb sur la parthénogenèse expérimentale par action physico-chimique.

Dans ses recherches sur le développement de la Truite, M. Henneguy a montré que ce qui caractérise l'ontogénie des Poissons osseux, c'est ce qu'il a appelé le développement *massif*. Tandis que, chez les autres Vertébrés inférieurs, les différents organes (système nerveux, tube digestif, etc.) se forment par invagination des feuillets blastodermiques, chez les Téléostéens les organes prennent naissance par un épaississement local ou sous forme de bourgeons pleins de ces feuillets. L'embryogénie des Poissons osseux est donc condensée ou cœnogénétique. Elle concourt, avec les données fournies sur l'anatomie comparée, à prouver que ces animaux représentent une branche très spécialisée et, jusqu'à un certain point, un type dégradé du phylum des Poissons; les Cartilagineux ont conservé le développement explicite (palingénétique) de la lignée ancestrale. C'est une intéressante application de la loi que nous avons formulée de la façon suivante :

« Lorsque dans l'évolution d'animaux voisins un même organe prend naissance, tantôt par invagination ou reploiement d'un feuillet cellulaire (processus wolfien), tantôt par formation d'une masse cellulaire pleine qui plus tard peut se cliver ou se creuser d'une cavité, ce dernier mode de formation doit être considéré comme une condensation du premier. »

On a généralement admis, à la suite des recherches d'Alex. Kowalevsky

et de Metchnikoff, que les phagocytes jouaient un rôle important dans l'histolyse des tissus larvaires, pendant la nymphose, chez les Insectes à métamorphose complète. A. Berlese a nié récemment l'intervention de la phagocytose dans l'histolyse. M. Henneguy, dans son Ouvrage sur les Insectes, qui est une mise au point, accompagnée de nombreux documents originaux, de ce que l'on connaît sur la reproduction et le développement de ces animaux, a exposé les résultats de ses recherches personnelles sur la métamorphose des Muscides. Il a reconnu que c'est, en effet, à tort que la phagocytose a été considérée comme le processus principal de l'histolyse. Elle n'intervient qu'à la fin de la métamorphose, quand les tissus sont déjà très altérés. C'est ainsi que les cellules des corps adipeux qu'on croyait dévorées de bonne heure par les phagocytes persistent au contraire durant toute la nymphose et ne sont jamais envahies par les leucocytes. Ces cellules fonctionnent comme organes de nutrition, assimilant les substances albuminoïdes provenant de la destruction des tissus larvaires, pour les transmettre, après les avoir élaborées, aux tissus de nouvelle formation. La phagocytose n'est donc pas un processus général de destruction des organes larvaires, et comme nous avons été amené à le dire nous-même, par l'étude des métamorphoses de nombreux animaux terrestres ou marins, elle n'est qu'un processus spécial cœnogénétique toujours précédé par un état pathologique des éléments appelés à disparaître et qui ne s'observe que dans le cas d'histolyse intense et rapide.

M. Henneguy n'a pas négligé l'étude des êtres unicellulaires. On lui doit des recherches très intéressantes sur la reproduction des *Volvox*, dont il a fait connaître le développement de l'œuf. Il a découvert de nouveaux types d'Infusoires ciliés dont un, *Fabrea salina*, vivant dans les marais salants, présente une remarquable facilité d'adaptation aux changements brusques de la teneur saline du milieu.

Il a décrit également un nouveau genre de Myxosporidies, parasites des muscles des Crustacés, dont une espèce joue un rôle considérable comme cause de la peste des Écrevisses.

Tous ces travaux de M. Henneguy portent le caractère d'une remarquable précision, due en grande partie à la perfection de la technique employée. En vulgarisant, dans un Traité pratique publié en collaboration avec Bolles-Lee, les méthodes de coloration les plus délicates et les perfectionnements les plus récents de l'art micrographique, M. Henneguy a rendu à la science des services dont il serait injuste de ne pas lui tenir compte.

Par là encore il a contribué de la façon la plus sérieuse aux progrès de l'Embryogénie et formé toute une école de jeunes cytologistes qui poursuivent son œuvre dans ses diverses directions.

En présence de pareils titres, votre Commission, par un vote unanime, attribue à M. **Henneguy** le prix fondé par M. Serres pour récompenser les travaux d'Embryogénie pure et appliquée.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Laveran, Roux; Dastre et Giard, rapporteurs.)

La Commission partage le prix entre M. **J. Lefèvre** et M. **J. Laurent**.

M. **J. Lefèvre** a publié, depuis dix ans, sur la chaleur animale, une suite d'études qui se sont imposées à l'attention des physiologistes. La Commission a distingué dans cette œuvre une série de sept Mémoires sur la *Distribution des températures chez les animaux supérieurs* dits *à température constante ou homéothermes*. L'ensemble constitue, tant au point de vue critique qu'au point de vue expérimental, une œuvre remarquable qui a pris, dès à présent, sa place dans les répertoires physiologiques et qui a fait de son auteur le savant le mieux qualifié dans cet ordre de questions.

Jusqu'au moment où M. Lefèvre a commencé son travail, le problème de la Topographie thermique n'avait été étudié que dans le cas particulier où l'animal à sang chaud est placé dans des conditions normales, dans un milieu tempéré. C'est à ces circonstances que se rapporte le célèbre travail de Claude Bernard.

M. Lefèvre a envisagé le cas général. Il a voulu fixer la loi qui règle le

jeu des températures dans les conditions ambiantes les plus diverses, sous l'effet de réfrigérations de plus en plus considérables.

L'homéotherme réagit d'abord à l'excitation du froid en forçant sa production thermogénétique. M. Lefèvre a déterminé l'étendue et le degré d'efficacité de cette production par laquelle l'équilibre thermique se trouve maintenu. Les Tableaux calorimétriques du premier Mémoire révèlent l'extraordinaire puissance thermogénétique développée par l'organisme dans ces conditions.

— En second lieu, lorsque les causes de refroidissement l'emportent et aboutissent à la mort de l'animal, l'auteur suit pas à pas, avec le secours des moyens physiques les plus précis, la distribution des températures dans les différents tissus, de manière à connaître la part de chacun dans cette sorte de résistance de l'organisme au refroidissement.

Le grand nombre de résultats nouveaux, constatés au cours de cette étude, dont quelques-uns sont inattendus et contraires aux prévisions ou aux enseignements des biologistes, n'en permet pas ici un exposé détaillé. Il faut se borner à en signaler seulement quelques-uns.

On voit, par exemple, dans des réfrigérations durant 20 à 30 minutes, l'organisme perdre jusqu'à 300^{Cal} et le corps conserver, malgré cela, ses températures initiales. Seule, la peau subit un abaissement de température tout en résistant elle-même énergiquement à l'invasion du froid.

M. Lefèvre nous fait connaître la marche du refroidissement depuis l'équilibre initial entre la perte et la production des calories. Les lois du refroidissement sont très différentes de celles que des études incomplètes avaient conduit divers expérimentateurs à formuler prématurément.

— Dans ses derniers Mémoires, l'auteur étudie la marche et les lois du réchauffement. Il montre, en particulier, que la perte de calorique dans un milieu (bain) qui se réchauffe lentement dépend surtout de la température initiale de ce milieu (*loi des températures initiales*).

L'auteur n'a pas traité seulement un important problème de Physique biologique. On trouve, au milieu de cette série de déterminations physiques, des déterminations physiologiques non moins précises et souvent aussi inattendues, relativement aux phénomènes vaso-moteurs qui accompagnent les réactions thermiques.

La Commission a saisi avec empressement l'occasion d'appeler l'attention de l'Académie sur une œuvre d'un mérite considérable poursuivie, à travers beaucoup de difficultés et pendant des années, avec une précision physique irréprochable, par un savant aussi distingué que désintéressé.

Depuis plus de 10 ans, M. **J. Laurent** s'est fait connaître par des travaux nombreux et importants sur des points très délicats de Physiologie végétale.

Jusqu'en ces derniers temps on admettait généralement, avec Liebig et Boussingault, que la totalité du carbone assimilé par les plantes vertes a le gaz carbonique pour origine, tandis que les végétaux sans chlorophylle utilisent exclusivement les matières organiques; il y aurait eu ainsi opposition complète entre les deux groupes, au point de vue de leur nutrition carbonée; l'application du principe de continuité permettait cependant de supposer que la différence ne doit pas être aussi tranchée et que certaines substances organiques tout au moins peuvent servir d'aliments aux deux catégories de végétaux.

Et, en effet, à l'aide de méthodes variées, par des procédés expérimentaux très précis et d'une grande élégance, M. J. Laurent a établi que le glucose, le saccharose et la glycérine sont utilisés soit directement, soit indirectement par les végétaux à chlorophylle; il a montré, en même temps, que le glucose et le saccharose favorisent la formation de la chlorophylle. L'humate de potassium intervient dans la nutrition de la plante, en activant la fonction chlorophyllienne. Enfin, les plantes vertes sont incapables de sécréter les diastases nécessaires à la digestion externe de la dextrine et de l'amidon.

En cela, elles semblent différer essentiellement des Champignons; mais, si nous admettons, avec Brown et Morris, que cette sécrétion externe des diastases se manifeste comme un procédé de résistance à l'inanition, on peut penser qu'en assurant la nutrition carbonée de la plante, la chlorophylle arrête la sortie, peut-être aussi la production de ces diastases et que ce caractère, une fois établi héréditairement, ne peut plus être modifié expérimentalement que par des cultures nombreuses dans des conditions toutes différentes de milieu.

Tous ces résultats ont été successivement vérifiés par d'autres expérimentateurs soit en France, soit à l'étranger. D'ailleurs, dès 1897, dans son *Traité de Physiologie végétale,* Pfeffer admettait, sans démonstration rigoureuse, la possibilité pour les plantes vertes d'utiliser la nourriture organique et seuls les esprits qui s'attardent à admettre un dualisme dans les êtres vivants ont pu être surpris de voir tomber leur dernière illusion.

Au cours de ces importantes recherches, l'attention de M. J. Laurent fut naturellement attirée sur l'influence morphogène des matières organiques dans la croissance et la structure anatomique des végétaux. Il fut ainsi amené à employer ces substances relativement concentrées; puis, pour éviter des causes d'erreurs dépendant de la concentration du milieu, à réa-

liser des cultures sur des solutions isotoniques de concentration progressivement croissante en glucose et glycérine d'une part, Na Cl et AzO^3K d'autre part.

Ces nouvelles expériences conduisirent d'abord à une vérification des lois établies antérieurement par Stange; mais, en outre, elles permirent à M. Laurent de constater des faits d'une haute signification au point de vue morphogénique :

1° A mesure que s'élève la turgescence, la vitesse de croissance en longueur de la tige et de la racine augmente tout d'abord, passe par un maximum et diminue ensuite; le diamètre des mêmes organes croît, au contraire, d'une façon continue avec la pression de turgescence.

2° L'augmentation de turgescence modifie la croissance de la cellule qui tend vers la forme sphérique.

3° Pour une même pression osmotique du milieu extérieur, la forme et la structure de la plante dépendent de la nature spécifique des substances actives.

4° Les cultures sur glycérine établissent que les divisions cellulaires dépendent à la fois de la pression osmotique interne, de la nature des substances actives et des propriétés spécifiques du protoplasme qui réagit.

5° Les matières sucrées provoquent la lignification.

En joignant à ces constatations expérimentales, d'une part l'influence des sels minéraux sur la fonction chlorophyllienne, d'autre part l'influence de la température sur les échanges gazeux, il est possible, comme l'établit M. Laurent dans un travail récemment publié, de coordonner un grand nombre d'observations qui semblaient indépendantes les unes des autres et d'en donner une interprétation rationnelle.

Nous n'insisterons pas sur l'intérêt que présentent, au point de vue agricole, les travaux de M. **Laurent** et sur le parti qu'il a pu en tirer pour les applications à l'Agronomie. Le précédent exposé justifie amplement, ce nous semble, les décisions de votre Commission.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Chauveau, Bouchard, Laveran, Roux, Giard; Dastre, rapporteur.)

La Commission, en décernant le prix à M. **Victor Henri**, a voulu signaler le mérite des études publiées par ce savant, depuis quelques années, sur les applications à la Biologie, des méthodes nouvelles de la Chimie physique. M. Victor Henri, qui est un physicien et un chimiste en même temps qu'un biologiste, a appliqué les ressources qu'offrait le développement des procédés nouveaux à la connaissance de diverses questions très controversées en Biologie générale : actions des diastases, l'agglutination, l'hémolyse.

— Dans ses recherches sur les diastases, M. V. Henri a surtout déterminé les vitesses de réaction, et cette détermination présentait ici des difficultés particulières résultant précisément des changements que subit l'activité diastasique au cours de l'opération. Surmontant ces difficultés au moyen d'hypothèses vraisemblables et appropriées à la nature du problème, l'auteur a établi une loi générale qui relie la vitesse initiale v d'une réaction diastasique à la concentration a du corps transformé $\left(v = \frac{Ka}{1 + ma}\right)$, K et m étant deux constantes.

Les conséquences de cette loi ont été vérifiées expérimentalement et elles sont importantes. On voit, en particulier, que, pour de faibles concentrations du corps, la vitesse d'une réaction diastasique varie avec cette concentration. Au contraire, pour des concentrations moyennes ou fortes, cette vitesse devient presque indépendante de la concentration.

L'expérience montre que cette loi s'applique à l'action de l'invertine, de l'émulsine, de la maltase, de l'amylase et de la trypsine. De plus, elle s'applique, dans certains cas, au phénomène de l'hémolyse.

— M. V. **Henri** a exécuté une série importante de recherches sur le phénomène de l'hémolyse des globules sanguins. Il a établi les analogies et les dissemblances de ce phénomène avec le phénomène diastatique. Il a déterminé les lois de vitesse de ces deux catégories d'actions. Il a trouvé un parallélisme complet entre la vitesse d'hémolyse et la vitesse de pénétration de la substance active, l'hémolysine, dans le globule rouge.

— L'auteur, enfin, a réussi à ramener le phénomène de l'agglutination à une réaction de colloïdes en présence des sels.

Le caractère de cette œuvre est son développement logique, rigoureux,

à partir des lois physiques élémentaires. L'auteur s'est proposé le but ultime de la connaissance biologique qui est de ramener le fait organique au fait physico-chimique. Sur quelques points, il est bien près de l'avoir atteint, et c'est un mérite que l'Académie voudra récompenser.

Une mention est accordée à M. **Lucien Butte**, pour son Mémoire intitulé : *Recherches sur les fonctions glycogéniques du foie.*

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Chauveau, Laveran, Roux, Giard; Dastre, Bouchard, rapporteurs.)

La Commission partage le prix Lallemand entre M. et Mme **Lapicque**, d'une part, et M. **Jules Voisin**, d'autre part.

Elle accorde une mention très honorable à M. **Crouzon**, pour son Volume intitulé : *Des scléroses combinées de la moelle.*

Le travail de M. et Mme **Lapicque** tire sa valeur de l'importance du problème traité, qui est, en même temps, l'un des plus ardus de la Physiologie générale. Il s'agit de l'excitabilité des nerfs et des muscles et de la manière dont elle est mise en jeu par l'électricité. L'électricité sous la forme de courant continu suscite la fonction vitale du nerf et cette évocation artificielle est considérée comme le substitut parfait du fonctionnement naturel. Mais comment le fonctionnement du nerf est-il lié aux facteurs du courant électrique? Du Bois-Raymond avait posé une loi célèbre qui rattachait l'excitation du nerf aux seuls changements brusques de l'intensité de l'excitant : c'était la période variable du courant (ouverture, fermeture du circuit) qui intervenait : la durée du passage était indifférente. Cette erreur du célèbre physiologiste a été réformée par les observations successives de Fick, d'Engelmann, de Dubois (de Berne) et finalement de Hoorweg et de G. Weiss. Ce dernier a donné, sous le nom de *Loi de l'excitation électrique*, la formule de la dépendance des éléments électriques (q quantité d'électricité et t durée du passage) qui doivent intervenir pour susciter l'élément physiologique (excitation minima, seuil d'excitation). M. et Mme Lapicque ont fixé, par leurs expériences, les conditions dans lesquelles la loi de Weiss, $q = a + bt$, est exactement vérifiée, et les circonstances dans lesquelles elle s'écarte de la réalité de manière à nécessiter l'introduction d'un terme de correction.

Ces physiologistes ont saisi là l'intervention d'une condition d'ordre physiologique, à savoir la rapidité plus ou moins grande du processus de fonctionnement du tissu musculo-nerveux (processus d'excitation). Il y a des muscles *rapides;* il y a des muscles *lents;* il y a pour chaque muscle un paramètre caractéristique, une constante que l'on peut appeler *le temps physiologique* de ce muscle. M. et M[me] Lapicque ont déterminé ces temps pour un certain nombre de cas et trouvé des valeurs qui varient de 3 millièmes à 3 dixièmes de seconde (gastrocnémien de grenouille; manteau de l'aplysie). Pour les muscles de la première catégorie, il faudrait substituer à la loi linéaire de G. Weiss une formule du second degré. — Il semble donc que l'on ait désormais un moyen de comparer les activités vitales des tissus nerveux différents en dosant exactement l'excitant employé. La loi d'excitation électrique offre un tel intérêt que le commentaire et les rectifications de détail qu'y apportent M. et M[me] **Lapicque** les désignent sans conteste au choix de l'Académie.

Une partie du prix est attribuée à M. **Jules Voisin** pour ses travaux sur l'*Épilepsie*.

Le Volume de M. **Jules Voisin** et les vingt-neuf Notes qui l'accompagnent représentent un travail de plus de dix années pendant lesquelles l'auteur a appliqué à son étude les moyens les plus divers de la recherche moderne. L'étude clinique est faite de façon très complète. La pathogénie et le traitement sont traités avec un égal soin. De même les Chapitres relatifs à l'assistance des épileptiques et à la médecine légale seront consultés avec profit.

Je signale particulièrement les recherches très originales relatives aux modifications de la nutrition en dehors de la crise et pendant la crise, pendant le traitement ou en dehors du traitement, les particularités de la sécrétion urinaire, les changements hématologiques.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX POURAT.

(Commissaires : MM. d'Arsonval, Bouchard, Laveran, Roux, Giard, Dastre; Chauveau, rapporteur.)

Question posée : *Les origines du glycogène musculaire.*

M. **Maignon** est le seul candidat qui ait entrepris d'y répondre. La Commission lui décerne le prix.

Il y a deux points à envisager dans le Mémoire que M. Maignon a envoyé au concours :

1° Les faits qu'il introduit sur la production autochtone du glycogène musculaire et les conditions de cette production;

2° Ceux qu'il apporte à la question de l'origine chimique de ce glycogène musculaire.

Sur ce dernier point, M. Maignon n'ajoute rien aux résultats des recherches antérieures, surtout à ceux de MM. Bouchard et Desgrez, qu'il confirme.

Mais, en ce qui concerne le premier point, il y a dans le travail de M. Maignon abondance de documents nouveaux sur la distribution du glycogène dans les diverses régions du muscle; sur les influences saisonnières qui en font varier la quantité; sur la comparaison du taux du glycogène dans les muscles et le foie, lorsque les animaux sont alimentés ou en état d'inanition; enfin et surtout sur les modifications qui surviennent dans ce taux du glycogène au sein des muscles, quand ceux-ci ont été simultanément anémiés et énervés d'une manière totale.

C'est dans cette dernière série que M. **Maignon** a pu saisir fugitivement la production autochtone du glycogène, aux dépens des autres matières constitutives du muscle.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (Statistique).

(Commissaires : MM. de Freycinet, Brouardel, Alfred Picard, Haton de la Goupillière, Laussedat, Carnot, Rouché.)

La Commission décerne le prix Montyon de Statistique à M. **Edmond Gain**.

Elle accorde une mention très honorable à M. **Jules Fleury**.

Rapport de M. **Ad. Carnot**, *sur la brochure intitulée : « Variations de la fleur et hétérostylie de* Pulmonaria officinalis », par M. Edmond Gain.

La Statistique a été souvent mise à profit par les anthropologistes, comme méthode propre à l'étude de certaines questions ou de certaines lois naturelles.

M. **Edmond Gain** s'est proposé de donner un exemple, le premier peut-être en France, de son utilisation en Botanique, pour l'étude d'un phénomène de biologie végétale.

Le Mémoire de M. Gain contient 60 figures et graphiques, déduits de plus de 5000 mensurations relatives aux variations d'un type végétal en diverses localités de France.

Il s'agissait de dégager de ces mensurations des données numériques précises sur le type moyen de chaque organe de la fleur de *Pulmonaria officinalis* (L.), qui est une fleur hétérostylée, sur les longueurs relatives du style et de l'étamine et sur l'étendue de leurs variations possibles.

L'auteur voulait, en outre, établir si, en des localités différentes de sa station habituelle, le type floral subit des modifications orientées dans un sens déterminé.

L'emploi des méthodes de la Statistique et des formules mathématiques de Gauss l'a conduit à un certain nombre de conclusions intéressantes. Aussi projette-t-il de donner une suite à ce travail, en étudiant de même d'autres plantes hétérostylées.

Cette application de la Statistique à des questions de biologie végétale est une nouveauté que la Commission a trouvée digne de récompense.

Rapport de M. **Brouardel** *sur l'Ouvrage de M.* Jules Fleury, *rédacteur au Bureau de Statistique de la ville de Rouen.*

Démographie. Nosographie (1890-1904). — Cet album graphique, très soigné, comprend 16 Tableaux.

Les résultats les plus saillants sont ceux-ci :

Natalité : elle tombe de 2900 (1890-1896) à 2625.

Mariages : ceux-ci passent de 850 à 900.

Les divorces montent de 30 à 60.

La mortalité tombe de 3675 à 3150.

La mortalité par tuberculose s'élève légèrement.

La mortalité des enfants avant 1 an, après avoir dépassé 600, tombe à 400.

La mortalité par diphtérie, après avoir atteint 70 en 1894, ne dépasse plus le chiffre de 10.

Le travail exécuté par M. **Fleury** est très consciencieusement fait; il mérite d'être encouragé.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Berthelot, Bouquet de la Grye, Grandidier, Guyou, Poincaré, de Lapparent; Darboux, rapporteur.)

A l'unanimité, la Commission décerne le prix à l'ensemble des travaux historiques de **Paul Tannery**.

L'Académie adopte cette décision.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE LAVOISIER.

(Commissaires : MM. Troost, Poincaré, Darboux; Berthelot, rapporteur.)

M. **Adolf Lieben**, membre de l'Académie des Sciences de Vienne, est un chimiste éminent qui, par un labeur de cinquante années, a puissamment concouru à l'évolution de la Chimie organique. Ses découvertes les plus

importantes ont porté sur les aldéhydes et sur les produits de leurs transformations, qui sont devenus entre ses mains l'une des classes d'agents les plus importants et les plus féconds dans le développement des méthodes synthétiques. Au cours des progrès incessants de la Chimie, il y a justice à proclamer le mérite des recherches qui leur ont servi de point de départ.

Le Bureau de l'Académie lui propose de décerner à M. **Adolf Lieben** la médaille Lavoisier pour 1905.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne la médaille Berthelot aux savants suivants :

MM. **Senderens** (prix Jecker);
Donard (prix Montyon, Arts insalubres);
Lebeau (prix Bordin);
Jumau (prix Hébert);
Urbain (prix Hughes);
Abraham (prix Gaston Planté);
Gouy (prix La Caze, Physique);
Canovetti }
Leduc } prix Wilde.

Une médaille spéciale est décernée à M. **Adolf Lieben**, de l'Académie de Vienne (Autriche).

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Troost, Poincaré, Berthelot, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

L'Académie, sur la proposition de la Commission, décerne le prix Trémont à M. **Ch. Frémont**, pour ses laborieuses recherches dans le domaine de la Mécanique, qui lui ont déjà valu plusieurs fois ce prix.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Troost, Poincaré, Berthelot, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission l'Académie attribue le prix Gegner à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie, qui, malgré ses 80 ans, continue avec ardeur ses travaux scientifiques.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Troost, Poincaré, Berthelot, Maurice Levy, Bornet; Darboux, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission, ce prix annuel de *deux mille francs,* fondé par M. le professeur Lannelongue, est partagé par l'Académie entre M[me] **Beclard**, dont le mari fut Doyen de la Faculté de Médecine de Paris, et M[me] **Cusco**, veuve du célèbre Chirurgien.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Berthelot, Mascart, Lœwy, Darboux, de Lapparent, Troost; Maurice Levy, rapporteur.)

La Commission a l'honneur de proposer à l'Académie de décerner les deux prix Wilde de *deux mille francs chacun,* l'un à M. **Canovetti**, l'autre à M. **Leduc**.

M. **Canovetti**, Ingénieur des Arts et Manufactures résidant à Milan, s'est acquis une honorable notoriété par des travaux divers, mais plus particulièrement par de laborieuses et importantes recherches expérimentales sur la résistance de l'air dans les conditions complexes et diverses que présente la navigation aérienne. Par la disposition ingénieuse de ses appareils de mesure, aussi bien que par le nombre et la variété des résultats numériques

recueillis, M. Canovetti a apporté aux problèmes de la navigation aérienne une contribution que la Commission a jugée digne d'être récompensée et encouragée.

L'ensemble des travaux de M. Leduc a été exposé dans une série de quarante-sept Notes insérées aux *Comptes rendus de l'Académie* et dont la première date de mars 1884. Ces recherches peuvent être divisées en trois groupes.

Le premier comprend une série d'études ayant pour point de départ le phénomène de Hall; entre autres résultats intéressants on y trouve : le fait de l'accroissement de résistance du bismuth dans un champ magnétique et l'application de ce phénomène à la mesure des champs; l'action du mêm· champ sur la conductibilité calorifique, le pouvoir thermo-électrique et la résistance du même métal fondu ainsi que de quelques alliages, enfin une Note sur le Diamagnétisme.

Le second groupe de recherches a une importance plus considérable, il a pour point de départ la contradiction entre la composition de l'air d'après Dumas et Boussingault et les densités des gaz oxygène et azote données par Regnault.

Après avoir procédé à une détermination très exacte de ces densités, lesquelles s'accordaient bien avec la composition de l'air mais non avec la loi d'Avogadro, M. Leduc, pour trancher la question, fut conduit à exécuter un travail d'ensemble considérable, relativement à la densité, à la dilatation, à la compressibilité d'un certain nombre de gaz et même pour quelques-uns à la détermination du point critique et à l'examen de la manière dont ils se comportaient relativement à la loi des états correspondants; dans le même ordre d'idées, M. Leduc fut conduit à exécuter deux bonnes déterminations de la composition de l'eau; il arrive enfin à montrer comment il faut comprendre la loi d'Avogadro comme loi limite, et il donne incidemment la valeur exacte du poids atomique d'un certain nombre de corps, notamment de l'hydrogène, de l'azote et du chlore; ces résultats ont été confirmés depuis par les recherches de plusieurs physiciens éminents; je noterai encore, comme se rattachant à cet ensemble de recherches, diverses conclusions intéressantes relatives aux vapeurs saturantes, à la dissociation, aux chaleurs spécifiques, à l'équivalent mécanique de la chaleur, à l'expérience de Joule et Thomson, etc.

Je ne ferai que mentionner comme formant le troisième groupe un

ensemble de recherches sur l'électrolyse faites en collaboration avec M. Pellat et qui ont conduit ces savants à une nouvelle détermination de l'équivalent électrolytique de l'argent.

Enfin je rappellerai encore : un travail sur la capillarité en collaboration avec M. Sacerdote, diverses expériences relatives aux pressions négatives de liquides, à la dilatation du phosphore, à la Cryoscopie, à la valeur de l'ohm, à la formule du pendule, à l'influence du mouvement de la Terre sur la réfraction de la lumière.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Berthelot, Poincaré, Darboux, Troost, Mascart, Moissan; Gaudry, rapporteur.)

Votre Commission propose de partager le prix Saintour entre M. **Édouard Piette** et M. **Marchis.**

M. **Piette** est universellement considéré comme ayant une haute autorité dans les études préhistoriques. On lui doit la connaissance de la transition du Paléolithique au Néolithique, c'est-à-dire des temps géologiques aux temps actuels. Il a montré que la sculpture en ronde-bosse a précédé la gravure à champ levé (en demi-relief), qui elle-même a précédé la gravure au trait. Son album des galets coloriés a été la première révélation des essais de peinture de nos aïeux. Il s'est occupé aussi de leurs industries, de leurs mœurs, de leurs efforts pour domestiquer le Cheval et le Renne. Le Mas d'Azil a acquis par ses découvertes une grande célébrité.

M. Piette a remis toutes ses collections au Musée de Saint-Germain; c'est un don si magnifique que les préhistoriens ne savent ce qu'ils doivent admirer davantage, l'ingéniosité de ses recherches ou sa générosité.

M. **Marchis**, Professeur adjoint à la Faculté des Sciences de l'Université de Bordeaux, continue, avec le talent et le dévouement que l'Académie connaît, ses leçons sur les sujets les plus actuels choisis parmi les applications de la Science à l'Art de l'Ingénieur. Pour l'année scolaire écoulée, il a choisi comme sujet les applications du froid, et le résumé de son ensei-

gnement qu'il a publié récemment ne le cède en rien, comme intérêt scientifique et comme documentation, à ses Ouvrages antérieurs.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES MATHÉMATIQUES).

(Commissaires : MM. Appell, Jordan, Darboux, Émile Picard, Painlevé, Humbert; Poincaré, rapporteur.)

Sur la proposition de la Commission, le prix est décerné, par l'Académie, à M. **Émile Borel** pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

PRIX PETIT D'ORMOY (SCIENCES NATURELLES).

(Commissaires : MM. Gaudry, Giard, Perrier, Van Tieghem, Guignard, Delage; Bornet, rapporteur.)

La Commission a décerné le prix à M. **Julien Costantin**, ancien maître de Conférences à l'École Normale supérieure, actuellement titulaire de la chaire de Culture au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Deux fois déjà M. Costantin a été lauréat de l'Institut.

Les premières recherches de M. Costantin ont eu pour but de déterminer l'influence que le milieu exerce sur les plantes. Comme le montre en gros l'observation quotidienne, on tenait pour certain que les conditions ambiantes modifient les caractères des végétaux; mais on n'avait pas essayé de le démontrer par l'expérimentation. La structure de la plante est-elle fixée d'une manière immuable? L'action des milieux souterrain, aérien ou aquatique est-elle capable de modifier les caractères héréditaires, et dans quelle mesure? Cette action est-elle rapide ou lente? Toutes les parties de la plante sont-elles susceptibles de se modifier ou quelques-unes sont-elles plus réfractaires? M. Costantin a répondu à ces questions. Il a constaté que rien n'est plus plastique et malléable qu'un végétal. Soumises au même traitement les espèces les plus diverses se modifient de la même façon et ce n'est pas avec lenteur, mais souvent en quelques semaines, que le résultat est obtenu. Les caractères superficiels ne sont pas seuls atteints. Des métamorphoses cellulaires et des transformations profondes s'opèrent dans le déve-

loppement lorsque changent les conditions dans lesquelles la lutte s'établit entre les cellules. L'étude des plantes spontanées où l'action du milieu s'est exercée plus longtemps que dans les essais expérimentaux en a confirmé les résultats.

Au cours de ses recherches de morphologie expérimentale et d'anatomie comparative, M. Costantin a examiné la répartition des stomates sur les plantes nageantes et submergées. Les observations et les opinions sur la présence et la distribution de ces petits appareils étaient contradictoires, car la question est complexe. Cependant, ils sont tout particulièrement propres à mettre en évidence l'influence du milieu. Dans les feuilles les plus caractéristiques de la vie aquatique les stomates se produisent dès qu'elles arrivent à l'air. L'adaptation est brusque et immédiate. D'autre part, chez les végétaux aériens astreints à se développer dans l'eau, les stomates, encore nombreux à la face inférieure, se multiplient notablement à la face supérieure.

On sait que les plantes croissant immédiatement au bord de la mer ont les feuilles épaisses, charnues, souvent glauques ou sont revêtues d'une couverture de poils blancs. Les plantes de l'intérieur qui s'avancent jusqu'à la zone littorale participent à ces caractères. On en a fait des espèces ou des variétés. Mais ces caractères ne se maintiennent pas lorsque les graines sont semées dans un terrain non salé.

Éclairé par ces recherches qui lui fournissaient une base solide, M. Costantin a publié des ouvrages généraux où il a tâché de déduire, de l'immense quantité de faits recueillis dans le domaine de l'adaptation, un certain nombre de conclusions, assez fermement établies pour contrôler la théorie du transformisme. Examinant, par exemple, l'accommodation des plantes aux climats froid et chaud, il trouve que la flore polaire est caractérisée par des végétaux vivaces, printaniers, nains. La flore tropicale, au contraire, se distingue par ses lianes, ses épiphytes, ses arbres à feuillage toujours vert et à floraison indéfinie. Il a développé ses idées dans deux Volumes intitulés : *Les végétaux et les milieux cosmiques* et *La nature tropicale*, qui, faisant partie de la Bibliothèque scientifique internationale, s'adressent au grand public instruit et pas uniquement aux professionnels. La lecture de ces livres montre que M. Costantin ne veut pas être un simple assembleur de faits. Il cherche à les lier et à découvrir les causes qui les déterminent, dussent parfois les théories en apparence les mieux étayées être plus tard sapées par des observations nouvelles.

Toujours préoccupé de ces mêmes pensées, M. Costantin a publié, en

1901, un Ouvrage sur l'*Hérédité acquise* où il discute les raisons alléguées en faveur de la prédominance ou de l'insignifiance du rôle que les forces physico-chimiques jouent dans l'évolution des êtres vivants. Enfin, un autre Volume en cours d'impression traitera des *Applications du transformisme à l'Agriculture*.

A la suite de ces essais de *rerum cognoscere causas* et pour continuer l'exposé des travaux de M. Costantin, nous citerons un Mémoire fait en commun avec M. Dufour, qui montre une fois de plus combien l'Anatomie peut être utile pour la classification. M. Van Tieghem avait enseigné que le groupe des Lécythidées de la famille des Myrtacées se distingue par l'absence de glandes sécrétrices. Les deux auteurs ont découvert que d'autres caractères anatomiques s'ajoutent au précédent et accusent encore la séparation.

Avec M. Gallaud, M. Costantin a étudié une collection d'Euphorbes récoltées par M. Geay dans la région sud-ouest de Madagascar en faisant intervenir l'Anatomie dans la distinction des espèces. Leur travail se termine par un Tableau synoptique des 62 espèces de la flore de Madagascar.

M. Costantin a consacré à l'étude des Champignons une grande partie de son activité scientifique. Il serait impossible dans les limites d'un Rapport de mentionner les nombreuses observations, publiées dans divers Recueils, qui portent sur des faits particuliers si intéressants qu'ils soient au point de vue technique. Nous nous bornerons à indiquer quelques-uns des résultats qu'il a obtenus en étudiant les Mucédinées, groupe de petits Champignons plus connus sous le nom de *moisissures*. Grâce à la méthode des cultures pures il a démontré que ces Champignons sont extrêmement polymorphes et peuvent présenter plusieurs sortes d'organes reproducteurs. Il a fait voir que, sous ce nom général, on comprenait des plantes appartenant à des groupes bien différents et il en a opéré le triage. Comme beaucoup de Mucédinées jouent un rôle considérable dans la Pathologie végétale et animale, il était d'un grand intérêt de les bien connaître sous toutes leurs formes et de chercher les moyens de les combattre. De concert avec M. Dufour il s'est mis à l'étude des maladies qui ravagent les cultures du Champignon de couche. Des expériences conduites avec soin prouvèrent qu'on pouvait limiter considérablement le mal en traitant les caves par le lysol. Le succès serait encore plus complet s'il était possible d'employer, pour ensemencer les couches, un mycélium dépourvu de tout germe de maladie. Ce résultat fut obtenu par MM. Costantin et Matruchot. Des spores pures, semées en milieu nutritif stérilisé, donnent un mycélium qui s'agrège en

cordons et constitue le *blanc* pur qu'on peut cultiver et multiplier indéfiniment. Par les mêmes artifices de culture, les mêmes auteurs ont obtenu le mycélium d'un grand nombre d'espèces et réussi pour un Champignon comestible, le *Pied bleu,* à le produire à volonté et en quantité. Les visiteurs des expositions de la Société nationale d'Horticulture ont pu en admirer de magnifiques exemplaires.

Associé à divers collaborateurs, et en particulier à M. Lucet, M. Costantin a poursuivi de longues expériences sur diverses Mucédinées pathogènes des animaux et de l'homme. La *Contribution à l'étude des Mucorinées pathogènes,* les *Recherches sur quelques* Aspergillus *pathogènes* sont les publications les plus récentes et les plus étendues sur ce sujet. Une observation intéressante parmi beaucoup d'autres mérite d'être signalée. Chez les Mucorinées, comme chez les plantes supérieures, on est amené à distinguer de petites espèces caractérisées par un ensemble de particularités tout à fait stables. D'autre part, sous l'influence d'une température élevée, la puissance de végétation de quelques-unes de ces micromorphes prédomine sur la puissance reproductrice et ce caractère tend à se conserver. Par là s'explique sans doute par quel mécanisme une maladie grave pour un animal peut s'atténuer pour lui avec le temps.

Outre cette longue série de travaux destinés aux botanistes exercés, M. Costantin a donné un livre qui s'adresse aux débutants. Avec M. Dufour il a publié une *Flore des Champignons,* illustrée de nombreuses figures, que des mains expérimentées ne dédaignent pas de feuilleter, car elle est arrivée à sa 3e édition.

Les recherches de M. Costantin portent, comme on le voit, sur des parties très diverses de la Botanique et justifient la décision que la Commission a prise à l'unanimité.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Fortier** (**Louis-Ernest**), sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Fortier** (**Louis-Ernest**) et **Rodhain** (**Pierre-François-Nicolas**), entrés les deux premiers en qualité d'Élèves Ingénieurs à l'École nationale des Mines, et MM. **Frontard** (**Jean**) et **Lefranc** (**Marcel-Fernand-Henri-Désiré**), entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS

POUR LES ANNÉES 1907, 1908, 1909, 1910 ET 1911. (*)

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

(*) Les concours de 1906 étant clos le 31 décembre 1905, la liste des prix proposés pour 1906, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

PRIX BORDIN (3000^{fr}).

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1907, la question suivante :

Reconnaître d'une manière générale si les coordonnées des points d'une surface algébrique peuvent s'exprimer en fonctions abéliennes de deux paramètres, de telle sorte qu'à tout point de la surface corresponde plus d'un système de valeurs des paramètres (aux périodes près).

Étudier en particulier le cas où l'équation de la surface serait de la forme

$$z^2 = f(x, y),$$

f étant un polynome, et donner des exemples explicites de telles surfaces.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le 1er janvier* 1907.

PRIX VAILLANT (4000^{fr}).

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1907, la question suivante :

Perfectionner en un point important le problème d'Analyse relatif à l'équilibre des plaques élastiques encastrées, c'est-à-dire le problème de l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 u}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 u}{\partial y^4} = f(x, y)$$

avec les conditions que la fonction u et sa dérivée suivant la normale au contour de la plaque soient nulles. Examiner plus spécialement le cas d'un contour rectangulaire.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat *avant le 1er janvier* 1907.

PRIX PONCELET (2000^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser alternativement l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1908 à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1908, la question suivante :

Réaliser un progrès important dans l'étude de la déformation de la surface générale du second degré.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le 1er janvier* 1908.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, en inventant ou en perfectionnant
» des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques
» ou des Sciences ».

PRIX PONCELET (2000fr).

Décerné alternativement à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* p. 1145).

Le prix Poncelet sera décerné en 1907 à un Ouvrage sur les Mathématiques appliquées.

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

L'Académie met de nouveau au concours, pour 1908, la question suivante :

Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

PRIX VAILLANT (4000fr).

L'Académie met au concours, pour l'année 1909, la question suivante :

Perfectionner, en un point important, l'application des principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman,* en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman,* qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal,* représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1910.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal,* destiné à encourager les recherches de Mécanique céleste, sera décerné dans la séance publique annuelle de 1907.

PRIX DAMOISEAU (2000^{fr}).

Ce prix est *triennal*. L'Académie met au concours, pour 1908, la question suivante :

Théorie de la planète basée sur toutes les observations connues.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1908.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

GÉOGRAPHIE.

PRIX GAY (1500^{fr}).

L'Académie a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner en 1907, la question suivante :

Étude des conditions naturelles dans les régions polaires.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le* 1er *janvier* 1907.

PRIX TCHIHATCHEF (3000^{fr}).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration *du* continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles*, *physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel*, attribué alternativement à des recherches sur la *Géographie* ou la *Navigation* et à des recherches sur l'*Histoire des Sciences*, sera décerné, en 1908, à l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation*.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné en 1908 « *au voyageur français ou au savant* » *qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la* » *Science* ».

PRIX GAY (1500fr).

L'Académie a mis au concours pour sujet du prix Gay, qu'elle doit décerner en 1908, la question suivante :

Études géographiques sur le Maroc.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le* 1er *janvier* 1908.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel*, dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1907.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1907, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1907, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000fr).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500fr et une mention de 1500fr.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX L. LA CAZE (10 000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1909, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX ALHUMBERT (1 000fr).

L'Académie met au concours, pour sujet de ce prix *quinquennal* à décerner en 1910, la question suivante :

Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3 000fr.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1907, la question suivante :

Les abîmes et les cavernes, étude générale des eaux souterraines, notamment au point de vue de l'hygiène.

PRIX DELESSE (1 400fr).

Ce prix *biennal*, fondé par Mme Vve Delesse, sera décerné, dans la séance publique de l'année 1907, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX FONTANNES (2 000fr).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique de 1908.

PRIX BORDIN (3000fr).

L'Académie a mis au concours, pour l'année 1908, la question suivante: *Étude des poissons fossiles du bassin parisien.*

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1909, la question suivante: *Les stades d'évolution des plus anciens quadrupèdes trouvés en France.*

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meil-
» leur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente,
» sur tout ou partie de la Cryptogamie ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique,* aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures (Thallophytes et Muscinées).

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe. (Voir page 1156.)

Il sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1907, au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

PRIX DE COINCY (900^{fr}).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000^{fr}, à la charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance annuelle de 1907, « au meilleur *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur* » *le nord de la France*, c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-* » *de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700^{fr}).

Ce prix *décennal* sera décerné, dans la séance annuelle de 1913, à l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture de France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1300fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Institut d'Égypte, sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1155.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1908, au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal*, attribué aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés, sera décerné, s'il y a lieu, en 1909.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée.*

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique,* et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100000fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres ou ce qui les occasionne.

Les concurrents devront satisfaire aux conditions suivantes :

1° Pour remporter le prix de *cent mille francs*, il faudra : « *Trouver une* » *médication qui guérisse le choléra asiatique dans l'immense majorité des cas* » ;

Ou : « *Indiquer d'une manière incontestable les causes du choléra asiatique, de* » *façon qu'en amenant la suppression de ces causes on fasse cesser l'épidémie* » ;

Ou enfin : « *Découvrir une prophylaxie certaine et aussi évidente que l'est,* » *par exemple, celle de la vaccine pour la variole* ».

2° Pour obtenir le *prix annuel,* représenté par l'intérêt du capital, il faudra, par des procédés rigoureux, avoir démontré dans l'atmosphère l'existence de matières pouvant jouer un rôle dans la production ou la propagation des maladies épidémiques.

Dans le cas où les conditions précédentes n'auraient pas été remplies, le *prix annuel* pourra, aux termes du testament, être accordé à celui qui aura trouvé le moyen de guérir radicalement les dartres, ou qui aura éclairé leur étiologie.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel,* fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui* » *auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la* » *santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner* » *en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui* » *ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti-* » *quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté-
» rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1907.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal « sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible » à la Physiologie et à la Médecine »* sera décerné en 1908 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX DUSGATE (2500fr).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1910, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750fr).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de Physiologie expérimentale à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de Physiologie expérimentale.

PRIX LALLEMAND (1800fr).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots ».

PRIX POURAT (1000fr).

(Question proposée pour l'année 1907.)

Utilisation des pentanes dans les organismes animaux.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, dans la séance publique de 1907, à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage de Physiologie thérapeutique, sera décerné, s'il y a lieu, dans la séance publique annuelle de 1908.

PRIX POURAT (1000fr).

(Question proposée pour l'année 1908.)

La destination immédiate de l'énergie consacrée à l'entretien de la vie chez les sujets à sang chaud.

Déterminer, en vue de l'étude expérimentale de cette question, l'influence de la soustraction de l'organisme animal à toute déperdition calorique sur sa dépense énergétique, appréciée d'après les échanges respiratoires.

Les moyens d'empêcher les déperditions de chaleur sont laissés au choix des expérimentateurs. On recommande toutefois l'emploi de l'étuve chauffante à air saturé d'humidité utilisée par Delaroche et Claude Bernard dans leurs recherches sur la mort par échauffement.

Les Mémoires devront être envoyés au Secrétariat de l'Institut *avant le* 1er *janvier* 1908.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (500fr).

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique de la France*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix alternatif sera décerné, en 1907, à l'auteur de travaux sur l'*Histoire des Sciences*.

Voir page 1150.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

L'Académie, dans sa séance du 14 novembre 1887, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie d'Arago.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

L'Académie, dans sa séance du 26 novembre 1900, a décidé la fondation d'une médaille d'or à l'effigie de Lavoisier.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.
Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

L'Académie, dans sa séance du 3 novembre 1902, a décidé la fondation d'une médaille qui porte pour titre : « Médaille Berthelot ».

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront obtenu, cette année-là, des prix de Chimie ou de Physique ; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique*.

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la

Mécanique expérimentale aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est décerné par l'Académie dans l'intérêt des Sciences.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour les Sciences mathématiques pures ou appliquées, et un prix de *dix mille francs* pour les Sciences naturelles. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, dans sa séance publique de 1907.

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix, tous les trois ans, sans préférence de nationalité :*

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales;

2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1907.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce nouveau prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte physique, telle que la direction des ballons, sera décerné, pour la première fois, à la séance publique de 1907.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année,* au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera accordé, en 1908, à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, en 1908, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans,* un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie.*

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné par l'Académie des Sciences, dans sa séance publique de 1908.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'OEuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, par l'Académie des Sciences, en 1909.

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *triennal*, attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée ou la Zoologie, sera décerné, dans la séance annuelle de 1909, à l'Ouvrage qui remplira les conditions du concours, et qui aura paru depuis le 1er janvier 1906.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus
» particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans
» le choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies;

» 2° Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies
» épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des
» ouragans et des perturbations atmosphériques anormales. »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand
» ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro-
» pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois
» mois qui suivront l'attribution du prix;

» 3° Chaque troisième et sixième année le prix sera décerné à un tra-
» vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un
» travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1909, *à un travail sur le premier desdits sujets,* conformément au vœu du testateur.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, à titre d'encouragement, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau dans sa séance annuelle de 1909.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire, ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud dans sa séance publique de l'année 1911.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1911.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de deux exemplaires.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu *le* 31 *décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.*

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions,* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative.*

LECTURES.

M. **Gaston Darboux**, Secrétaire perpétuel, lit une Notice historique sur **Charles Hermite**, Membre de la Section de Géométrie.

M. B. et G. D.

TABLEAUX

DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1905.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1905.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1907, 1908, 1909, 1910 *et* 1911.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

BOTANIQUE.

ÉCONOMIE RURALE.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PHYSIOLOGIE.

STATISTIQUE.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX GÉNÉRAUX.

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1907, 1908, 1909, 1910 ET 1911.

1907

GÉOMÉTRIE.

Prix Francœur. — Découvertes ou travaux utiles au progrès des Sciences mathématiques pures et appliquées.

Prix Bordin. — Reconnaître d'une manière générale si les coordonnées des points d'une surface algébrique peuvent s'exprimer en fonctions abéliennes de deux paramètres, de telle sorte qu'à tout point de la surface corresponde plus d'un système de valeurs des paramètres (aux périodes près).

Étudier en particulier le cas où l'équation de la surface serait de la forme

$$z^2 = f(x, y),$$

f étant un polynome, et donner des exemples explicites de telles surfaces.

Prix Vaillant. — Perfectionner, en un point important, le problème d'Analyse relatif à l'équilibre des plaques élastiques encastrées, c'est-à-dire le problème de l'intégration de l'équation

$$\frac{\partial^4 u}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 u}{\partial x^2\,\partial y^2} + \frac{\partial^4 u}{\partial y^4} = f(x, y)$$

avec les conditions que la fonction u et sa dérivée suivant la normale au contour de la plaque soient nulles. Examiner plus spécialement le cas d'un contour rectangulaire.

MÉCANIQUE.

Prix Montyon.

Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques appliquées.

NAVIGATION.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.

Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

Prix Pierre Guzman. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.

A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1910, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Prix Lalande.

Prix Valz.

Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.

GÉOGRAPHIE.

Prix Gay. — Étude des conditions naturelles dans les régions polaires.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.

PHYSIQUE.

Prix Hébert. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

Prix Hughes. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE.

Prix Jecker. — Chimie organique.
Prix Cahours.
Prix Montyon. — Arts insalubres.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Grand prix des Sciences physiques. — Les abîmes et les cavernes, Étude générale des eaux souterraines, notamment au point de vue de l'hygiène.

Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

BOTANIQUE.

Prix Desmazières. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

Prix Montagne. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie, la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieures.

Prix Thore. — Décerné au meilleur travail sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

Prix de Coincy. — Décerné à un Ouvrage de Phanérogamie écrit en latin ou en français.

Prix de la Fons-Mélicocq. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à de jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon.

Prix Barbier. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

Prix Bréant. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

Prix Godard. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

Prix du baron Larrey. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

Prix Bellion, fondé par Mlle Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

Prix Mège. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du Dr Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

Prix Chaussier. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

PHYSIOLOGIE.

Prix Montyon. — Physiologie expérimentale.

Prix Philipeaux. — Physiologie expérimentale.

Prix Lallemand. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

Prix Pourat. — Utilisation des pentanes dans les organismes animaux.

STATISTIQUE.

Prix Montyon.

HISTOIRE DES SCIENCES.

Prix Binoux.

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

Médaille Lavoisier. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Médaille Berthelot. — Décernée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie et de Physique.

Prix Trémont. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

Prix Gegner. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

Prix Lannelongue. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.

Prix H. Wilde.

Prix Saintour.

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Leconte. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

Prix Pierson-Perrin. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte physique.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

1908

Prix Poncelet. — Ce prix alternatif sera attribué à un Ouvrage sur les Mathématiques pures.

Grand prix des Sciences mathématiques. — Réaliser un progrès important dans l'étude de la déformation de la surface générale du second degré.

Prix Fourneyron. — Étude théorique ou expérimentale des turbines à vapeur.

Prix Damoiseau. — Théorie de la planète basée sur toutes les observations connues.

Prix Janssen. — Une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

Prix Binoux. — Géographie et Navigation.

Prix Delalande-Guérineau.

Prix Fontannes. — Ce prix sera décerné à l'auteur de la meilleure publication paléontologique.

Bordin (Sciences physiques). — Étude des poissons fossiles du bassin parisien.

Prix Thore. — Décerné aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Pourat. — La destination immédiate de l'énergie consacrée à l'entretien de la vie chez les sujets à sang chaud.

Prix Jérôme Ponti.

Prix Houllevigue.

Prix Estrade-Delcros.

1909

Prix Vaillant. — Perfectionner, en un point important, l'application de principes de la dynamique des fluides à la théorie de l'hélice.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Chimie.

Grand prix des Sciences physiques. — Les stades d'évolution des plus anciens quadrupèdes trouvés en France.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Prix Cuvier. — Destiné à l'Ouvrage le plus remarquable soit sur le règne animal, soit sur la Géologie.

Prix Parkin. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

Prix Boileau. — Hydraulique.

1910

Prix Alhumbert. — Étude expérimentale sur les propriétés électriques des alliages métalliques.

Prix Dusgate. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

1911

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné à l'auteur du Travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

PRIX DU BARON DE JOEST. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

1915

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 novembre 1905.

Étude générale des sels, par Alfred Ditte, Membre de l'Institut. 1re partie : *Sels binaires.* 2e partie : *Sels ternaires oxygénés.* Leçons professées à la Faculté des Sciences de Paris. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 2 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Nouvelles observations sur les Glaucothés, par E.-L. Bouvier, Membre de l'Institut. (*Bull. du Musée océanographique de Monaco,* n° 51, 12 novembre 1905.) 1 fasc. in-8°.

La Céramique industrielle : Chimie, Technologie, par Albert Granger. Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ditte.)

Beobachtungen der Bieliden 1904, *nebst einer allgemeinen Methode zur Bestimmung des Radianten eines Sternschnuppenfalles,* von Karl Bohlin, mit einer Tafel und einer Textfigur. Upsal et Stockholm, 1905; 1 fasc. in-4°.

Report of the Director of the Yerkes Observatory: july-june 1902, july-june 1904. The University of Chicago; 2 fasc. in-4°.

Nuove ricerche sulla resistenza dell'aria. Aerostazione e aviazione. Studio di un motore a idrocarburo, per C. Canovetti. Milan, 1902; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Rapport, fait par M. Barbet, *sur les expériences de M. Canovetti relatives à la résistance opposée par l'air aux corps en mouvement.* Paris, Ph. Renouard, 1903; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Chemie der alicyklischen Verbindungen, von Ossian Aschan, mit 4 eingedruckten Abbildungen. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1905; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'éditeur.)

Bacteria in relation to plant diseases, by Erwin-F. Smith. Vol. I : *Methods of work and general literature of Bacteriology exclusive of plant diseases.* Washington, publ. par la Carnegie Institution, 1905; 1 vol. in-4°.

Bulletin of the United States Fish Commission, Vol. XXIII, for 1903, parts I and II. Washington, Government printing Office, 1905; 2 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 DÉCEMBRE 1905.

Note sur des bois fossiles de Madagascar, par M. P. FLICHE, Correspondant de l'Institut. (Extr. du *Bulletin de la Société géologique de France,* 4e série, t. V, p. 346, année 1905.) 1 fasc. in-8°.

Les progrès de l'aviation, depuis 1891, *par le vol plané,* par F. FERBER, avec 44 fig. dans le texte; 2e édition. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1905; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Deslandres. Hommage de l'auteur.)

VI° Congresso internazionale di Chimica applicata, in Roma, sotto l'alto patronato di S. M. il Re d'Italia. Rome, 1904; 1 fasc. in-8°.

Regolamento del VI° Congresso internazionale di Chimica applicata, Roma. 1906. Rome, 1905; 1 fasc. in-8°.

Projet d'une exploration systématique des régions polaires, par HENRYK ARCTOWSKI. Bruxelles, 1905; 1 fasc. in-8°.

L'Éthiopie et la question éthiopienne, par GEORGES PORQUIER. Paris, 1905; 1 fasc. in-8°.

Nouvelles orientations scientifiques, par FERNANDO ALSINA, traduit du catalan par J. PIN Y SOLER. Paris, s. d.; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Catalogue of current periodicals received at the public library of Victoria. Melbourne, 1905; 1 vol. in-8°.

Nova lei do systema do Mundo. Mudança periodica da posição da Terra, por ALVES DE MAGALHAES. Porto, 1905; 1 vol. in-8°.

Das Urprincip aller Bewegung, alles Lebens; die Trias der Weltmechanik; das Heil der Menschheit, von J. LIND, Blankenese, 1903; 1 fasc. in-8°.

Das Weltall, seine Einheit und Harmonie, von P. ETGES. Stuttgart, 1905; 1 vol. in-8°.

Bergens Museums aarbog, 1905; udgivet af Bergens Museum, ved Dr J. BRUNCHORST. Bergen, 1905; 1 vol. in-8°.

Sitzungsberichte der kgl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften: Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe 1904. Prague, 1905; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 DÉCEMBRE 1905,

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION CENTRALE ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président pour l'année 1906, lequel doit être choisi dans l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. A. Chauveau obtient l'unanimité des suffrages.

M. A. **Chauveau**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux de ses Membres qui devront faire partie de la Commission administrative pendant l'année 1906.

MM. Bornet et Maurice Levy obtiennent l'unanimité des suffrages.

MM. **Bornet** et **Maurice Levy**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, sont proclamés élus.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** informe l'Académie que, en raison du nouvel an, la séance du lundi 1er janvier est remise au mardi 2 janvier.

M. le **Secrétaire perpétuel** fait remarquer que l'énoncé de la question proposée pour le *Prix Damoiseau pour* 1908 doit être complété comme il suit :

Théorie de la planète Eros, basée sur toutes les observations connues.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente un Volume imprimé à l'Observatoire d'Abbadia, sous le titre : *Observations faites au cercle méridien en* 1902 *et* 1903, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Sougarret, Bergara et Sorreguieta, publiées par M. l'Abbé Verschaffel, Directeur de l'Observatoire.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur les composés potassiques insolubles contenus dans les matières humiques;* par M. **Berthelot**.

§ 1.

En poursuivant mes études sur les composés potassiques insolubles contenus dans les plantes et dans les substances humiques qui en dérivent, j'ai été conduit à constater également l'existence dans le charbon de bois complètement noir [1] de semblables composés, susceptibles de varier en proportion par l'effet des équilibres résultant des doubles décompositions salines.

J'ai exécuté de nouvelles expériences qui me paraissent de nature à jeter quelque lumière sur la constitution des principes organiques associés aux alcalis dans ces composés. Ce sont ces expériences dont je vais aujourd'hui rendre compte à l'Académie. Elles ont consisté surtout à comparer les doubles décompositions produites par les sels alcalins solubles des acides faibles, tels que les acétates, agissant sur le charbon de bois épuisé de composés solubles : d'une part par l'action de l'eau pure, d'autre part par l'action de l'acide chlorhydrique étendu.

Rappelons d'abord que les réactions observées avec la matière épuisée par l'eau pure ont été décrites dans ma Note précédente et rapportées aux poids initiaux de potasse (0,156) et de chaux (0,679) subsistant sous forme insoluble dans 100^g de la matière hydrocarbonée épuisée par l'eau (voir page 798, et comparer avec l'état initial transcrit à la page 800) [2].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLI, 20 novembre 1905, p. 798.

[2] Il est essentiel de signaler ici une faute d'impression singulière, qui tendrait à

§ 2. — ÉTAT INITIAL.

Les expériences qui vont être décrites ont été exécutées précisément en épurant par l'acide chlorhydrique étendu des échantillons de charbon de bois, bien pulvérisés, et préalablement épuisés par l'eau. Elles avaient pour but de rechercher s'il subsistait dans le charbon un acide organique véritable, insoluble naturellement et capable de partager les alcalis avec les acétates de potasse et de chaux dissous, en suivant la marche adoptée au cours des autres expériences exécutées sur les matières humiques et sur les végétaux. Voici les faits :

L'échantillon actuel de charbon de bois a été épuisé d'abord par l'eau distillée; puis 60^g du résidu insoluble ont été traités par environ 10 fois leur poids (600^{cm^3}) d'une solution d'acide chlorhydrique étendu, renfermant 1 centième de cet acide : soit environ le dixième du poids du charbon. On a fait macérer, soit à froid pendant quelque temps, soit à 100° pendant une heure. Puis on a épuisé par lixiviation avec l'eau distillée froide, jusqu'à absence totale de réaction acide; ce qui a exigé environ 10^l à 12^l d'eau. Amenée à cet état, la matière (séchée à 110°) a fourni 1,0 centième de son poids de cendres; lesquelles contenaient, pour 100 parties de matière organique (cendres déduites) :

	A froid.	A chaud.
SiO^2	0,15	0,12
K^2O	0,10	0,06
CaO	0,36	0,31
Alumine, oxyde de fer, etc.	0,07	0,05

---

amener une méprise dans l'exposé de mes observations. A la page 799, deuxième ligne en remontant, on doit lire :

« On a pris 20^g du charbon de bois précédent épuisé par l'eau, *mais non lavé à l'acide chlorhydrique étendu*, etc. », au lieu de « *lavé à l'acide chlorhydrique étendu* »;

Ce qui a un sens exactement contraire, et d'ailleurs en contradiction avec les données mêmes des expériences consignées à la page 800; lesquelles n'ont dû laisser aucun doute pour le lecteur attentif; car la potasse initiale y est inscrite sous le chiffre exact 0,156 et la chaux initiale sous le chiffre exact 0,679, conformément aux nombres donnés page 798.

Indiquons encore une autre confusion moins importante, relative au chiffre des cendres, dernière ligne de la page 798. Le nombre 1,60 est relatif à 100^g de matière et non à 10^g.

On voit que ces nombres sont à peu près les mêmes à froid et à chaud.

Ils diffèrent peu de ceux obtenus avec l'échantillon expérimenté à la page 799 des *Comptes rendus;* si ce n'est pour la chaux, plus complètement éliminée à chaud dans l'ancien échantillon. La répartition et l'état de la potasse et de la silice, en particulier, étaient donc à peu près les mêmes dans toute la masse charbonneuse, sur laquelle ont porté ces expériences.

On remarquera dès lors qu'il restait, dans la matière traitée par l'acide chlorhydrique étendu, 5 à 6 pour 100 de la dose de potasse initiale formant un composé non attaqué par cet acide, et 5 pour 100 de la chaux initiale. Un acide chlorhydrique concentré aurait peut-être éliminé ces dernières traces. Mais son emploi eût exposé à altérer plus profondément la matière hydrocarbonée.

Au contraire, la dose de la silice diffère peu de celle contenue dans la matière lavée à l'eau pure. Ajoutons que la dose des alcalis subsistant ainsi à l'état insoluble, comparée à celle de la silice, est trop forte pour permettre de supposer que ces alcalis, ou du moins leur majeure partie, existent dans les cendres sous forme de silicates insolubles. La même remarque s'applique au rôle fixateur d'alcalis qu'on aurait pu supposer dans les oxydes de fer et d'aluminium.

Enfin, comme dernière comparaison, on a dosé les éléments dans le charbon de bois, épuisé successivement par l'eau et par l'acide chlorhydrique étendu (à froid); ce qui a fourni pour 100 parties de matière organique (cendres déduites) :

C	91,75
H	2,47
Az	0,32
O, etc	5,46

Sur un autre échantillon, celui qui a servi aux doubles décompositions, on a trouvé Az = 0,45.

Il résulte de ces chiffres qu'il subsiste dans le charbon des composés azotés, insolubles dans l'eau et dans l'acide chlorhydrique étendu; ce qui exclut les cyanures alcalins et même les dérivés ferrugineux.

Si l'on compare les doses du carbone et de l'azote à celles existantes dans une matière végétale, telle que le foin (*Comptes rendus*, p. 794), on trouve uue dose presque double de carbone; tandis que l'hydrogène a été réduit au tiers, l'oxygène au neuvième, l'azote au sixième environ. En d'autres termes, la matière organique aurait perdu la majeure partie de son oxygène

à l'état d'eau et d'acide carbonique et autres composés carbonés volatils, en conservant une fraction d'hydrogène supérieure à la perte proportionnelle en oxygène.

Les relations empiriques suivantes donnent une image de ces pertes :

Matière organique du foin...........................	$C^{24}(H^2O)^{15}H^7Az$
Matière organique du charbon lavé aux acides forts.....	$C^{20}(H^2O)H^{4,5}Az^{0,33}$

Mais je n'insiste pas sur ces relations, dernières traces d'une série de transformations pyrogénées.

§ 3. — Essai de doubles décompositions salines.

1. On a fait réagir une solution étendue d'*acétate de potasse*, suivant les mêmes rapports et conditions que dans les expériences faites sur les matières humiques et sur le foin. On a opéré sur du *charbon noir lavé à chaud par l'acide chlorhydrique étendu.*

On a obtenu, avec l'acétate de potasse, agissant à froid,

État initial :

SiO^2	0,12
K^2O	0,06 + 2,2
CaO	0,31

État final :

	Produit insoluble.	Produit soluble.
SiO^2	0,09	petite quantité
K^2O	0,06	2,2
CaO	0,30	0,015

Charbon lavé à froid par HCl *étendu.*

État initial :

SiO^2	0,15
K^2O	0,10 + 2,2
CaO	0,3

État final :

	Produit insoluble.	Produit soluble.
SiO^2	0,10	petite quantité
K^2O	0,09	2,1
CaO	0,24	0,01

Il résulte de ces analyses que la dose de potasse insoluble contenue dans le charbon demeure sensiblement la même après contact et réaction

de l'acétate de potasse, ou de l'acétate de chaux; et que la dose de chaux insoluble n'éprouve également que de très petites variations.

2. *Acétate de chaux agissant à froid.*

Charbon lavé à froid par HCl *étendu.*

État initial :

SiO^2	0,15
K^2O	0,10
CaO	0,30 + 1,34

État final :

	Produit insoluble.	Produit soluble.
SiO^2	0,08	petite quantité
K^2O	0,08	0,03
CaO	0,31	1,34

Charbon lavé à chaud par HCl *étendu.*

État initial :

SiO^2	0,12
K^2O	0,06
CaO	0,31 + 1,34

État final :

	Produit insoluble.	Produit soluble.
SiO^2	0,08	petite quantité
K^2O	0,05	0,02
CaO	0,28	1,34

Il résulte de ces analyses que la dose de la chaux insoluble est demeurée sensiblement constante en présence de l'acétate de chaux; tandis que, en présence de ce même acétate de chaux, la potasse insoluble éprouve des variations réelles, mais minimes.

En résumé, la réaction de l'acide chlorhydrique étendu, soit à froid, soit à chaud, sur le charbon de bois noir a bien décomposé les sels de potasse et de chaux formés par un acide insoluble, comparable, à certains égards, à l'acide humique engendré dans la réaction du même hydracide concentré sur le sucre; mais avec des différences essentielles. A la vérité, les sels originels de l'acide humique pyrogéné du charbon de bois, de même que les sels

de l'acide humique dérivé du sucre, sont susceptibles de produire des doubles décompositions avec équilibres, en réagissant sur les dissolutions des sels alcalins des acides faibles, tels que les acétates de potasse et de chaux. Mais les expériences que je poursuis établissent, entre l'acide insoluble, dérivé du sucre, et l'acide insoluble pyrogéné, contenu dans le charbon de bois, cette différence, que l'acide dérivé du sucre, une fois isolé en présence de l'acide chlorhydrique concentré, conserve ses aptitudes aux doubles décompositions faciles; tandis que l'action de l'acide chlorhydrique, même étendu, a fait disparaître, ou tout au moins fortement diminué cette aptitude dans le corps dégagé de ses combinaisons avec les alcalis contenus dans le charbon de bois. Comme ledit corps n'a été éliminé ni sous forme gazeuse, ni sous forme soluble, on se demande : qu'est donc devenu l'acide pyrogéné qui concourait à former ces combinaisons?

L'explication la plus vraisemblable consiste, ce semble, à admettre que cet acide humique spécial a été détruit, au moment même où l'acide chlorhydrique étendu s'est emparé de la potasse qui le saturait.

D'après les analogies, cette destruction peut être attribuée à ce que l'acide pyrogéné du charbon de bois noir éprouverait, au moment où il est dégagé de sa combinaison saline par un acide fort, même étendu, une déshydratation non réversible immédiatement; c'est-à-dire que cet acide donnerait naissance à une lactone, engendrée et probablement polymérisée sous l'influence de l'acide fort : ce qui lui enlèverait les qualités et les aptitudes des acides proprement dits.

Ajoutons, pour compléter cette caractéristique des acides et sels insolubles contenus dans le charbon de bois, que nous avons, au début de cette Note, signalé en outre la persistance en petite quantité de sels potassiques insolubles plus stables et résistant à l'action de l'acide chlorhydrique étendu.

Il existe donc dans le charbon de bois noir deux ordres de composés alcalins (et d'acides) inégalement stables : les uns destructibles immédiatement par l'acide chlorhydrique étendu, les autres qui résistent davantage à cet agent. Ces propriétés et affinités diverses rappellent celles des classes différentes de silicates artificiels et naturels, attaquables d'une façon si inégale par les acides. Il est intéressant de retrouver des phénomènes analogues dans les corps carbonés pyrogénés : il y a là tout un ordre d'observations nouvelles en Mécanique chimique.

PHYSIQUE. — *Sur un étalon de lumière.* Note de M. **J. Violle.**

Les très intéressantes recherches que M. Moissan poursuit sur la volatilisation des métaux dans notre four électrique m'incitent à soumettre à l'Académie des expériences que j'avais entreprises il y a déjà plusieurs années et que la privation de mon laboratoire m'a contraint d'interrompre.

Ces expériences avaient pour but d'établir un nouvel étalon de lumière d'après le principe qui m'avait conduit à l'établissement de l'unité de lumière, à savoir l'utilisation d'un point fixe de température pour assurer la fixité et la constance de la radiation. Sans toucher en rien à l'étalon fondamental, qui utilise, comme l'on sait, la solidification du platine, il m'avait paru intéressant de mettre également à profit l'ébullition normale d'un métal convenablement choisi pour maintenir constante la température d'une enceinte chauffée par la vapeur de ce métal. A cet effet, je disposais une sorte d'éprouvette en charbon au-dessus du métal amené à l'ébullition dans le four électrique. La vapeur enveloppait tout le fond et une assez grande longueur de l'éprouvette qui se prolongeait par un tube permettant de viser à l'intérieur de cette enceinte à température constante.

J'ai essayé plusieurs métaux, notamment l'argent et le cuivre. J'ai donné successivement différentes formes au vase dans lequel se produisait la vapeur de façon à réaliser une double enveloppe de vapeur autour de l'éprouvette. J'ai modifié en conséquence la disposition intérieure du four et les conditions du chauffage électrique, employant à cet usage divers modes de courant : les courants alternatifs répartissent mieux la chaleur et usent moins vite les creusets.

On a ainsi réussi à établir et à maintenir la constance de la radiation. Il ne restait plus qu'à surmonter encore quelques difficultés pour amener l'étalon à la forme pratique que nous avions en vue et sous laquelle il aurait utilement pris place à côté de l'étalon fondamental.

MINÉRALOGIE. — *Sur un nouveau type pétrographique représentant la forme de profondeur de certaines leucotéphrites de la Somma.* Note de M. **A. Lacroix.**

L'une des plus intéressantes questions que soulève l'étude des roches éruptives est celle des variations de composition minéralogique des produits

qu'un même magma peut fournir, suivant les conditions diverses de sa mise en place. Les magmas susceptibles de donner des roches volcaniques à leucite sont particulièrement importants à considérer à ce point de vue; les relations qui lient certaines roches de profondeur ou de filon à biotite et orthose et les leucitites à olivine d'épanchement sont en particulier bien connues depuis les recherches synthétiques de MM. Fouqué et Michel Lévy, et les observations de M. Iddings ainsi que de beaucoup d'autres; il en est de même des magmas qui peuvent donner naissance soit à des roches à néphéline et orthose, soit à des types leucitiques.

Dès 1893, j'ai rencontré (¹) des enclaves de monzonite à olivine dans les tufs de la Somma et j'ai émis l'hypothèse qu'elles constituent la forme de profondeur des leucotéphrites qui les accompagnent; plus récemment, j'ai confirmé (²) ces premières vues en donnant l'analyse de l'une de ces roches, désignées par moi sous le nom de *sommaïtes*.

Au cours de l'été dernier, je me suis préoccupé de traiter plus à fond cette question; à cet effet, j'ai exploré méthodiquement les ravins entaillant les flancs extérieurs de la Somma et particulièrement ceux qui descendent vers Pollena, S. Anastasia et Ottajano. Dans tous, j'ai rencontré les roches cherchées, non pas à l'état d'accident minéralogique, mais en blocs anguleux fort nombreux et souvent énormes.

Les sommaïtes sont des roches holocristallines, à grains moyens ou à gros grains, ayant l'aspect de gabbros de couleur claire; elles sont parfois traversées par des filons minces de même composition, mais finement grenus. A l'œil nu, on distingue dans toutes ces roches de l'olivine et de l'augite au milieu d'éléments blancs qui, dans certains cas, paraissent entièrement feldspathiques, mais parmi lesquels apparaissent quelquefois des cristaux nets de leucite.

L'examen microscopique fait voir la composition suivante : apatite, titanomagnétite, olivine, augite, un peu de biotite, leucite, plagioclases et orthose. La leucite forme des trapézoèdres distincts ou des plages globulaires; l'olivine et l'augite sont parfois automorphes; les plagioclases le sont toujours, ils sont un peu aplatis suivant g^1, zonés, la partie dominante atteint la bytownite que bordent des types moins basiques.

L'apatite est le minéral le plus ancien, l'olivine vient ensuite, puis les plagioclases; la leucite est, au moins en partie, postérieure à ceux-ci, il en est de même pour l'augite, qui est souvent associée ophitiquement aux plagioclases; la biotite joue le même

(¹) *Les enclaves des roches volcaniques*, p. 520.

(²) *Nouvelles Archives du Muséum*, 4ᵉ série, t. I, 1902, p. 189.

rôle vis-à-vis ceux-ci. Enfin, tous les minéraux précédents sont enveloppés par de grandes plages d'orthose (macle de Carlsbad). Cette structure est celle qui caractérise la monzonite du Tyrol.

La *sommaïte* constitue donc un type pétrographique nouveau, une *monzonite leucitique à olivine,* dans laquelle la teneur en leucite est variable et, comme on va le voir, liée à celle de l'olivine.

Les analyses suivantes ont été faites par M. Pisani : sur une *sommaïte* à gros grains, pauvre en leucite, riche en olivine (*a*), sur une *sommaïte* plus leucitique et plus augitique (*b*), enfin sur un filon à grains fins, dans lequel abondent la leucite et l'augite (*c*). J'y joins l'analyse d'une *leucotéphrite* microlitique en filon dans les tufs de l'Atrio del Cavallo et par suite tout à fait superficielle, due à J. Roth (*d*), enfin, celle de la *monzonite* (shoshonose) du Highwood Peak (Montana), due à M. Hurlburt (in Pirsson) (*e*).

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
SiO^2	50,10	50,20	51,65	50,39	51,00
TiO^2	0,97	1,19	1,19	n. d.	0,13
Al^2O^3	10,93	18,80	19,59	19,43	17,21
Fe^2O^3	2,65	1,79	0,93	3,83	2,41
FeO	4,65	4,62	6,23	7,10	4,23
MgO	6,60	5,55	4,24	2,33	6,19
CaO	9,75	8,77	8,02	9,13	9,15
Na^2O	2,03	1,71	2,38	2,45	2,88
K^2O	4,21	6,07	4,90	4,91	4,93
P^2O^5	0,57	0,31	0,41	n. d.	0,63
H^2O	0,75	1,37	1,38	0,80	0,33
	101,21 (1)	100,38	100,82	100,37	99,60 (2)

Ces analyses montrent la constance de composition chimique des divers types de sommaïte et, d'autre part, l'identité chimique existant entre ces roches et une leucotéphrite microlitique du même gisement; la monzonite du Montana est dépourvue de leucite.

Il n'existe aucun doute sur l'identité du magma qui a fourni les sommaïtes et la leucotéphrite étudiée, mais ces deux roches, minéralogiquement et structurellement différentes, en représentent deux formes minéralogiques distinctes, l'une de profondeur, l'autre d'épanchement. La comparaison de leur composition minéralogique virtuelle met d'ailleurs bien en évidence

(1) Traces de chlore, qui m'avaient fait penser autrefois que cette roche pouvait contenir normalement une certaine quantité de sodalite, ce que n'a pas confirmé l'étude ultérieure.

(2) Y compris : BaO, 0,34; SrO, 0,14; SO^3, 0,03.

cette opinion. Je donne ci-contre, en *a*, *b*, *c*, *d*, les résultats du calcul, en supposant que la plus grande partie possible de potasse est combinée sous forme d'orthose. Dans *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, au contraire, la plus grande partie possible de potasse a été calculée à l'état de leucite; on voit que ces deux *compositions virtuelles* correspondent individuellement aux deux *formes réelles* (sommaïte et leucotéphrite) que décèle l'étude minéralogique.

	a.		Total	a'.		Total	c.		Total	c'.		Total
Orthose...	25,02			»			27,52			3,89		
Albite.....	16,77		71,81	16,77	46,79		20,44	75,97		20,44	52,34	
Anorthite..	30,02			30,02		66,41	28,01		77,06	28,01		71,96
Leucite....	»				19,62			1,09			19,62	
$CaSiO^3$....	6,15			6,15				3,71		3,71		
$MgSiO^3$...	0,70	6,98		15,50	26,01		»			10,59	22,67	
$FeSiO^3$...	0,13			4,36			»			8,57		
Mg^2SiO^4...	11,06	14,54		0,70	0,90	33,94	7,42	14,06		»		
Fe^2SiO^4...	3,47		28,54	0,20			6,64		22,45	»		27,55
Magnétite..	3,71	5,69		3,71	5,69		1,39	3,67		1,39	3,67	
Ilménite...	1,98			1,98			2,28			2,28		
Apatite....		1,34			1,34			1,01			1,01	

	d.		Total	d'.		Total	b.		Total	b'.		Total
Orthose...	19,18			0,56			23,41			»		
Albite.....	20,44	67,14		20,44	48,52		14,15	63,14		14,15	39,73	
Anorthite..	27,52		74,77	27,52		70,76	25,58		73,13	25,58		68,07
Leucite....		7,63			22,24			9,99			28,34	
$CaSiO^3$....		7,42		7,42				6,76		6,76		
$MgSiO^3$...	»			5,80	23,12		»			13,22	24,76	
$FeSiO^3$....	»		24,68	9,90			»			4,78		
Mg^2SiO^4...	4,05	11,69		»		28,69	9,73	13,61	25,87	0,48	0,67	
Fe^2SiO^4...	7,64			»			3,88			0,19		30,93
Magnétite..		5,57			5,57		2,55	4,83		2,55	4,83	
Ilménite...	»						2,28			2,28		
Apatite....	»							0,67			0,67	

Ce Tableau fait saisir en outre la cause du balancement (constaté par l'observation et retrouvé par le calcul) entre les proportions d'olivine et d'orthose d'une part, de pyroxène et de leucite de l'autre; il est une conséquence de l'égalité suivante :

$$\underset{\text{Orthose.}}{Si^3O^8AlK} + \underset{\text{Olivine.}}{SiO^4(Mg, Fe)^2} = \underset{\text{Leucite.}}{(SiO^3)^2AlK} + \underset{\text{Pyroxène.}}{2[SiO^3(Mg, Fe)]},$$

le métasilicate de chaux calculé se mélangeant isomorphiquement avec les métasilicates ferromagnésiens pour donner un pyroxène monoclinique.

En résumé, dans les deux types pétrographiques que je discute, les plagioclases et les minerais constituent le pivot constant, qui s'observe dans

les diverses formes que peut prendre le magma par cristallisation profonde ou superficielle (fusion purement ignée), tandis que les autres éléments blancs (orthose et leucite) et les éléments ferromagnésiens (olivine et pyroxène) varient suivant l'une ou l'autre des conditions de mise en place. On peut donc bien affirmer que la forme granitoïde de certaines [1] leucotéphrites microlitiques de la Somma, dépourvues d'orthose ou ne contenant que peu de ce minéral, est une monzonite à olivine, pouvant admettre, *sans changement de composition chimique*, des proportions croissantes de leucite, à mesure que l'olivine rétrocède devant l'augite, et que l'orthose diminue.

Un léger abaissement de la teneur en silice dans le magma ayant fourni les roches en question, accompagné d'un accroissement de chaux, conduit à des roches dans lesquelles la production de l'orthose, au moins en quantité notable, n'est plus possible. J'ai, en effet, trouvé, en même temps que les sommaïtes, des roches holocristallines et grenues, essentiellement constituées par des plagioclases, de la leucite et de l'augite : ce sont des leucotéphrites granitoïdes. Voici la composition chimique de l'une d'elles :

SiO^2	TiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MgO	CaO	Na^2O	K^2O	P^2O^5	H^2O.	
47,61	1,26	16,12	0,91	6,22	7,27	12,45	1,76	4,75	0,38	1,50	= 100,38

Le calcul de la composition minéralogique virtuelle fait par les deux procédés indiqués plus haut donne 3,03 d'orthose et 19,40 pour 100 de leucite dans un cas et 21 de leucite dans un autre. Je considère ces roches comme un facies de variation du magma; j'ai recueilli toute une série de transition entre elles et les sommaïtes.

Quel est maintenant le rôle géologique joué par les sommaïtes? Je ne les ai rencontrées nulle part en place; leur abondance dans tous les ravins de la Somma ne permet pas d'admettre qu'elles proviennent de quelque gisement isolé, ayant échappé à l'observation, mais indique clairement qu'elles ont été arrachées en profondeur.

L'étude des Highwood Mountains, faite par MM. Weed et Pirsson, est importante à rappeler à ce sujet; dans cette région profondément érodée, il existe en effet de nombreuses roches grenues à orthose, parmi lesquelles se trouve la monzonite, dont il a été question plus haut. On y rencontre en outre la *missourite*, roche grenue à leucite, qui est aux leucitites à oli-

(1) Les leucotéphrites qui constituent les laves modernes du Vésuve ont une composition chimique un peu différente.

vine ce que ma leucotéphrite granitoïde est aux leucotéphrites d'épanchement. Ces divers types pétrographiques forment des laccolites, des massifs, des dykes profonds, aujourd'hui décapés, associés à des roches leucitiques franchement volcaniques.

Les observations qui font l'objet de cette Note portent à penser que, si une érosion très intense permettait de pénétrer dans l'anatomie intime de la Somma, elle y mettrait à découvert, aussi bien que dans le Montana, des massifs ou des dykes de roches grenues. La sommaïte, si l'on en juge par l'abondance de ses blocs, doit constituer la plus importante d'entre elles.

La démonstration de l'existence de roches monzonitiques en place dans les profondeurs du massif, que couronne aujourd'hui le Vésuve, acquiert un intérêt encore plus grand, quand on songe aux innombrables blocs de calcaires métamorphiques accompagnant ceux de sommaïte, blocs de calcaires qui ont rendu célèbres les tufs de la Somma et qui, depuis bien longtemps, ont été, à juste titre, comparés, au point de vue de leur composition minéralogique, aux sédiments triasiques, métamorphisés au contact de la monzonite de Predazzo.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Nouvelles observations sur la formation et les variations quantitatives du principe cyanhydrique du Sureau noir.* Note de M. L. **Guignard**.

On admet généralement que, chez les plantes à feuilles caduques, les substances nutritives accumulées dans celles-ci émigrent peu à peu, vers la fin de la période végétative, dans les organes vivaces. Mais, si la plupart des auteurs sont d'avis que la feuille se vide, en général, de presque tous les éléments minéraux ou organiques qui sont encore utilisables, quelques-uns ([1]) pensent, au contraire, qu'une partie, souvent très notable, des matériaux de ce genre est en réalité perdue pour la plante. Quant aux composés particuliers, tels que l'amygdaline ou les glucosides analogues, qui semblent devoir participer des propriétés nutritives des hydrates de carbone, on ne sait pas encore ce qu'ils deviennent, à l'arrière-saison, dans les feuilles caduques des espèces arborescentes.

([1]) En particulier C. Wehmer, *Die dem Laubfall vorausgehende vermeintliche Blattentleerung* (*Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, 1892).

Le Sureau noir, dont les feuilles renferment la majeure partie du glucoside cyanhydrique de la plante, pouvait se prêter facilement à cette recherche. Les expériences mentionnées dans ma première Note ([1]) ayant été faites pour la plupart en juin, il était nécessaire de les poursuivre jusqu'au terme de la végétation, pour connaître les variations quantitatives du principe cyanogénétique aux différentes époques de l'année.

En même temps, il n'était pas inutile, pour les raisons qui vont suivre, de revenir sur une question dont je m'étais déjà occupé : à savoir la présence générale, dans les plantes à glucoside cyanhydrique, d'une enzyme capable de dédoubler ce glucoside.

Dans ces dernières années, MM. Dunstan et Henry ([2]) ont trouvé de l'émulsine dans les graines du *Phaseolus lunatus*, même quand le principe cyanogénétique, la phaséolunatine, a disparu sous l'influence de la culture. Un ferment analogue accompagne la lotusine du *Lotus arabicus* et se retrouve encore dans la plante âgée, qui ne renferme plus de glucoside; il coexiste aussi avec la dhurrine dans les organes verts du *Sorghum vulgare*.

J'ai constaté de même que les feuilles du *Pangium edule*, du *Glyceria aquatica*, de l'*Aquilegia vulgaris*, qui fournissent de l'acide cyanhydrique, renferment une enzyme analogue. Au mois de décembre, longtemps après la fin de la végétation, les tiges et les feuilles sèches et décolorées du *Sorghum vulgare* et du *S. halepense*, étaient encore pourvues d'émulsine, en proportion beaucoup plus considérable que celle qui peut suffire pour décomposer les traces de glucoside cyanhydrique qu'elles avaient conservées. Chez ces deux espèces, la graine ne contient pas de principe cyanhydrique, mais elle n'en possède pas moins, comme je m'en suis assuré, le ferment observé dans les organes végétatifs. Il en est de même pour la graine du *Glyceria aquatica*, également dépourvue de glucoside.

Les résultats mentionnés dans ma première Note sur le Sureau concordaient entièrement avec les faits déjà connus, comme avec ceux qui viennent d'être rappelés, car non seulement l'on constate, chez cette plante, la coexistence du glucoside et de l'émulsine dans les feuilles et les autres organes verts, mais le ferment se retrouve aussi dans des parties, telles que la racine, où le glucoside fait défaut ([3]).

([1]) L. Guignard, *Sur l'existence, dans le Sureau noir, d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique* (*Comptes rendus*, 3 juillet 1905).

([2]) R. Dunstan et T.-A. Henry, *Cyanogenesis in Plants* (*Proceed. Royal Soc.*, sept. 1901, sept. 1902, juin 1903).

([3]) Plus récemment, j'ai montré qu'il en est de même chez les Groseilliers (*Comptes rendus*, 4 septembre 1905).

Cependant, à en juger par un travail publié à la même date par MM. Bourquelot et Danjou [1], on pouvait penser qu'il en est autrement et que le Sureau fait exception à une règle qui, jusque-là, paraissait absolument générale. En effet, ces auteurs se croyaient autorisés à dire que, si le glucoside de cette plante était resté si longtemps inaperçu, c'est parce que les feuilles « ne renferment pas d'émulsine », d'où la nécessité d'en ajouter pour obtenir de l'acide cyanhydrique.

Dans une publication ultérieure [2], ils reconnaissent, il est vrai, que, « en réalité, les feuilles de Sureau, comme les fleurs et les fruits (verts), renferment de petites quantités d'émulsine »; mais, comme ils continuent à en ajouter, on est naturellement porté à croire que cette addition est indispensable. De plusieurs dosages, ils concluent ensuite que « le rendement en acide cyanhydrique des feuilles fraîches du Sureau noir, cueillies dans les conditions indiquées [3] et traitées par l'émulsine, se rapproche de $0^g,16$ par kilogramme [4] ».

Dans leurs premières observations, le taux moyen de l'acide cyanhydrique était de $0^g,126$ pour 1000. Par distillation directe, c'est-à-dire sans addition d'émulsine, j'avais obtenu environ $0^g,010$ pour 100, ce qui montrait déjà que cette addition n'avait guère d'influence. En outre, les feuilles employées dans mes expériences provenaient en partie d'un arbre âgé, peu vigoureux, et non taillé depuis plusieurs années; elles étaient plus pauvres en principe cyanhydrique que celles des rameaux développés

(1) Em. Bourquelot et Em. Danjou, *Sur la présence d'un glucoside cyanhydrique dans les feuilles du Sureau* (*Comptes rendus*, 3 juillet 1905). — Même Note présentée l'avant-veille à la Société de Biologie.

(2) *Sur la présence d'un glucoside cyanhydrique dans le Sureau et sur quelques-uns des principes immédiats de cette plante* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXII, 16 août et 1er septembre 1905).

(3) Il s'agit, en réalité, comme il est dit dans le texte (p. 211), non des feuilles entières, mais des folioles séparées du pétiole, cueillies sur des rameaux de l'année dans la seconde quinzaine de juin.

(4) L'addition d'émulsine n'a pas, à mon avis, d'autre avantage que celui d'activer le dédoublement du glucoside. Durant les premières heures de la macération, les feuilles contusées ne cèdent à l'eau que la faible proportion d'émulsine mise en liberté par les cellules qui ont été brisées; les autres, qui constituent souvent, malgré le soin apporté à la contusion, des fragments de plusieurs millimètres carrés de surface, restent vivantes pendant un certain temps. On en a la preuve en les plasmolysant sous le microscope : la plasmolyse ne cesse de se produire que lorsqu'elles sont mortes, et c'est seulement après leur mort que l'enzyme, vraisemblablement fixée sur le protoplasme, peut diffuser et exercer sur le glucoside une action qui, d'ailleurs, n'est pas instantanée et varie d'intensité suivant la température.

après la taille sur des pieds vigoureux. D'ailleurs, quelques semaines plus tard ([1]), la variété du Sureau noir à feuilles laciniées me donnait, pour 100, 0g,014 d'acide cyanhydrique, celle à feuilles panachées 0g,015, celle à feuilles trifoliolées 0g,017. On verra, dans un instant, qu'il y a aussi de notables différences suivant l'âge des feuilles prises sur un même rameau.

Mes nouvelles expériences, relatives au dosage de l'acide cyanhydrique, ont porté sur les feuilles plus ou moins âgées et sur l'écorce verte de la tige; la présence de l'émulsine a été recherchée en outre dans l'écorce de la racine et les fruits du Sureau noir et dans plusieurs organes de quelques espèces voisines ([2]).

Avec un même lot de folioles contusées avec soin et divisé en trois parties, additionnées chacune de quatre fois son poids d'eau distillée et mises à macérer pendant 24 heures à + 28°, on a dosé l'acide cyanhydrique, soit directement, soit après addition d'émulsine d'une part, d'amygdaline d'autre part, de façon à savoir si la feuille contenait moins ou plus d'enzyme qu'il n'en fallait pour dédoubler son propre glucoside. Les précautions d'usage étaient prises pour empêcher toute action des microorganismes sur l'amygdaline.

L'émulsine, dont l'activité avait été éprouvée, a été ajoutée, soit au commencement de la macération, soit au résidu de la distillation, qu'on laissait macérer de nouveau pendant 24 heures à + 28°. Dans le premier cas, cette addition n'a pas permis d'obtenir une quantité d'acide cyanhydrique supérieure à celle que donnait la distillation directe; dans le second cas, il n'y a pas eu formation d'acide cyanhydrique.

L'amygdaline ajoutée a toujours subi un dédoublement, qui ne pouvait être dû qu'à l'action de l'émulsine propre à la feuille. Celle-ci contenait donc une proportion de ferment plus grande que celle qui suffisait à hydrolyser son glucoside, la sambunigrine de MM. Bourquelot et Danjou. La différence entre les chiffres fournis par la distillation directe (1re colonne du Tableau suivant) et ceux obtenus après l'addition d'amygdaline (3e colonne du Tableau) représente la quantité d'acide cyanhydrique provenant du dédoublement de cette dernière. On sait qu'à 0g,01 d'acide cyanhydrique formé correspondent, à peu de chose près, 0g,20 d'amygdaline dédoublée.

J'ajoute que les chiffres des Tableaux représentent, pour chaque dosage mentionné, la moyenne de plusieurs expériences.

I. — Feuilles plus ou moins agées, prises sur de longs rameaux nés au printemps.

Ces rameaux vigoureux, développés sur pieds âgés de 6 à 8 ans, croissant dans les mêmes conditions de milieu et taillés au printemps,

---

([1]) *Comptes rendus*, 24 juillet 1905.

([2]) J'ai étudié aussi, aux mêmes points de vue, les feuilles séchées dans différentes conditions. Il en sera question dans un exposé plus détaillé qui paraîtra dans un autre Recueil.

avaient atteint vers la fin de septembre une longueur de $1^m,50$ à 2^m; ils portaient en moyenne 12 à 15 paires de feuilles. On a recherché la proportion d'acide cyanhydrique fournie par des feuilles d'âge différent, à des époques également différentes.

Sur la partie inférieure des rameaux, les feuilles offraient encore, pour la plupart, jusqu'au milieu d'octobre, une teinte vert sombre; vers la fin du mois, après les premières gelées, elles se détachaient facilement des rameaux et présentaient une teinte plus pâle ou même un peu jaunâtre sur les bords des folioles. Elles comprenaient, pour 100 parties, en moyenne 67 parties de folioles et 33 parties de pétioles primaires.

Sur la partie supérieure des rameaux, on a pris seulement les trois ou quatre paires voisines du sommet, plus jeunes, moins développées, et dont l'épiderme et les tissus internes étaient moins cutinisés et moins lignifiés que dans les feuilles sous-jacentes. Dans 100 parties il y avait, en moyenne, 72 parties de folioles et 28 parties de pétioles primaires.

		Acide cyanhydrique fourni par 100 parties de feuilles ou de folioles		
		par distillation directe.	après addition d'émulsine.	après addition d'amygdaline.
A. — Partie inférieure des rameaux.				
10 août	Feuilles entières...	g 0,0132	g »	g »
	Folioles seules.....	0,0166	0,0164	0,0255
25 septembre	Feuilles entières...	0,0126	»	»
	Folioles seules.....	0,0162	0,0165	0,0264
10 octobre	Feuilles entières...	0,0129	»	»
	Folioles seules.....	0,0156	0,0157	0,0239
25 octobre	Feuilles entières...	0,0112	»	»
	Folioles seules.....	0,0135	0,0136	0,0251
B. — Partie supérieure des rameaux.				
10 août	Feuilles entières...	0,0169	»	»
	Folioles seules.....	0,0206	»	»
25 septembre	Feuilles entières...	0,0170	»	»
	Folioles seules.....	0,0215	»	»
10 octobre	Feuilles entières...	0,0172	»	»
	Folioles seules.....	0,0212	0,0210	0,0279
25 octobre	Folioles seules.....	0,0221	»	»
2 novembre	Folioles seules.....	0,0223	0,0226	0,0282

A poids égal, les feuilles présentent donc, suivant l'âge, une différence assez notable dans leur teneur en principe cyanhydrique. Mais cette différence, au profit des feuilles jeunes, provient beaucoup moins d'une diminution réelle du glucoside dans les feuilles âgées que du fait de l'épaississement et, par suite, de l'augmentation de poids de leurs membranes cellulaires, ainsi que du dépôt de substances minérales insolubles, telles que l'oxalate de calcium. Si l'on comparait, à nombre égal, les feuilles jeunes, mais déjà pourvues de tous leurs éléments cellulaires et de leurs corps chlorophylliens, avec les feuilles même avancées en âge, on verrait sans doute qu'entre les unes et les autres, il n'y a, en valeur absolue, que fort peu de différence dans la teneur en principe cyanhydrique.

Les folioles récoltées le 25 octobre au sommet des rameaux ne semblaient pas avoir souffert des premières gelées; mais celles du 2 novembre étaient les seules qui fussent restées sur les rameaux, dont elles se détachaient par une légère secousse; une partie fut même ramassée à terre. Le Tableau montre qu'elles contenaient autant, si ce n'est même un peu plus, de principe cyanhydrique qu'un mois auparavant. Toutefois, comme elles avaient perdu une petite quantité d'eau après l'arrêt de la végétation et les premières gelées, la proportion de l'acide cyanhydrique obtenu se trouvait être légèrement supérieure à celle qu'elles auraient fournie quelques semaines plus tôt. Il n'en est pas moins manifeste qu'elles avaient conservé, au moment de leur chute, la presque totalité de leur glucoside. C'est seulement dans les feuilles anciennes de la base des rameaux que le principe cyanhydrique paraît diminuer vers la fin d'octobre; encore faut-il tenir compte du dépôt plus marqué de l'oxalate de calcium dans ces feuilles à l'arrière-saison.

II. — Feuilles jeunes, prises sur des rameaux encore peu développés.

Les premières feuilles formées au printemps n'ayant pas été examinées, on a provoqué vers la fin de juillet, par une taille sur le vieux bois, la formation de nouveaux rameaux comparables à ceux du début de la végétation.

Deux mois après, ces rejets atteignaient en moyenne 75^{cm} de longueur et portaient 4 à 5 paires de feuilles tendres et luisantes. Elles ont donné les résultats suivants :

Acide cyanhydrique obtenu avec 100 parties de folioles.

	Par distillation directe.	Après addition d'émulsine.	Après addition d'amygdaline.
20 septembre......	0,0224	0,0231	0,0292
	0,0226	0,0225	0,0286
30 septembre......	0,0228	0,0230	0,0289
	0,0231	0,0234	0,0288

Par conséquent, ces folioles, semblables à celles du printemps, renfermaient très sensiblement la même quantité de glucoside et d'émulsine que celles du sommet des rameaux âgés de 5 ou 6 mois.

III. — Feuilles prises sur un arbre agé et peu vigoureux.

Cet arbre est celui dont il a été question précédemment; il végétait dans un sol pauvre et n'avait pas été taillé dans ces dernières années. A la fin de septembre, les rameaux de l'année n'atteignaient en moyenne que 50^{cm} de longueur dans la partie supérieure et 25^{cm} à la périphérie de la couronne. Les folioles, coriaces, étaient près d'une fois plus petites que celles des longs rejets formés au printemps sur des pieds recépés et plus jeunes. On a pris à la fois celles de la base et celles du sommet des rameaux. Comme l'indiquent les chiffres suivants, elles étaient beaucoup plus pauvres en glucoside et en émulsine que les feuilles précédemment étudiées.

	Acide cyanhydrique fourni par 100 parties de folioles — par distillation directe.	Acide cyanhydrique fourni par 100 parties de folioles — après addition d'amygdaline.
	g	g
5 août	0,0071	0,0102
25 septembre	0,0068	0,0091
20 octobre	0,0075	0,0108

IV. — Autres organes du Sureau noir et de quelques espèces voisines.

Il avait déjà été constaté, dans mes premières expériences, que l'émulsine existe aussi dans des organes qui ne contiennent pas de principe cyanhydrique, non seulement chez le Sureau noir, mais encore chez le Sureau à grappes et l'Hièble. Les chiffres suivants confirment cette observation et donnent une idée de l'action de ces organes sur l'amygdaline.

	Acide cyanhydrique fourni par 100 parties	
	par distillation directe.	après addition d'amygdaline.
A. — *Sambucus nigra.*		
1° Ecorce des longs rameaux du printemps (dosage fin juin)	g 0,0031	g 0,0190
2° Ecorce des jeunes rameaux nés fin juillet (dosage fin septembre)	0,0064	0,0182
3° Ecorce des longs rameaux après la chute des feuilles (5 novembre)	0,0012	0,0071
4° Bourgeons (dosage 15 décembre)	0,0011	
5° Ecorce des racines âgées de 1 à 4 ans (dosage en juin et novembre)	0	0,0110
6° Suc des fruits mûrs, frais	0	0
7° Graines mûres, récentes	0	0,0300
B. — *Sambucus racemosa* (dosages fin septembre).		
1° Folioles	0	0,0048
2° Ecorce de la tige	0	0,0091
3° Ecorce de la racine	0	0,0162
C. — *Sambucus Ebulus* (1) (dosages fin septembre.)		
1° Folioles	0	g 0,0017
2° Écorce de la tige	0	0,0089
3° Écorce de la racine	0	0,0232

Dans le Sureau noir, l'écorce des rameaux renferme donc, à poids égal, d'autant moins de principe cyanhydrique qu'ils sont plus âgés. Mais cette différence provient de ce que, avec l'âge, l'épaississement de l'écorce et

(1) J'avais cru d'abord que les feuilles de l'Hièble fournissaient de l'acide cyanhydrique, mais seulement en très minime proportion, car on n'aurait pu le doser dans l'eau distillée obtenue, même avec un poids assez élevé de folioles. Comme ces folioles avaient été récoltées en même temps que celles du Sureau noir, sur des pieds situés côte à côte dans le jardin botanique de l'École de Pharmacie, il y avait lieu de contrôler ce résultat, en employant de préférence de jeunes feuilles, dont il était facile de provoquer le développement par la taille de la plante. J'ai reconnu alors, comme MM. Bourquelot et Danjou, que l'Hièble ne fournit pas d'acide cyanhydrique. Quelques folioles du Sureau noir s'étaient sans doute trouvées mélangées à celles de l'Hièble lors des premières observations.

l'allongement intercalaire des entre-nœuds deviennent plus considérables. Dans l'écorce, comme dans les feuilles, la proportion du glucoside paraît être en relation avec celle de la chlorophylle. Elle n'est pas plus grande dans les bourgeons que dans l'écorce, au commencement de l'hiver.

Les fruits en voie de développement contiennent le glucoside aussi longtemps qu'ils sont encore verts; mais il disparaît entièrement à la maturité. Le suc frais, retiré de 5^{kg} de fruits bien mûrs, n'a pas donné trace d'acide cyanhydrique; il ne contenait pas non plus d'émulsine. Par contre, celle-ci a été retrouvée dans la graine mûre.

En résumé, si l'on envisage seulement la question qui fait l'objet principal de cette Note, à savoir les variations quantitatives du glucoside cyanhydrique dans les feuilles du Sureau noir aux différentes périodes de leur existence, on constate que ce principe n'y présente, avec l'âge, qu'une faible diminution. Vers la fin de la période végétative, il n'émigre pas en nature dans la tige et reste dans la feuille qui tombe.

Toutefois, si, dans le cas actuel, ce glucoside ne semble pas être une substance de réserve, au même titre que divers hydrates de carbone auxquels on aurait pu le comparer, il n'en est pas moins permis de supposer, par comparaison avec ce qui se passe chez d'autres plantes à acide cyanhydrique, que, dans le cours de la végétation, il subit une métamorphose de nature encore inconnue, au fur et à mesure qu'il est élaboré dans les tissus chlorophylliens.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Influence de quelques facteurs sur la parthénogenèse expérimentale.* Note de M. **Yves Delage**.

Malgré les très nombreux essais faits depuis quelques années pour découvrir le mode d'action des agents de la parthénogenèse expérimentale, on n'est pas arrivé encore à le déterminer d'une façon certaine. Les agents les plus divers permettent d'obtenir des résultats équivalents, et il n'en est aucun qui soit efficace pour les œufs de toutes les espèces soumises à l'expérience. Même une pression osmotique supérieure à celle de l'eau de mer, bien qu'ayant une efficacité bien plus générale que les autres agents, n'est pas indispensable, ainsi que l'ont montré mes expériences sur le développement des œufs d'Astéries par l'acide carbonique dans une eau de mer diluée, hypotonique par rapport à l'eau de mer naturelle.

D'autre part, il s'en faut de beaucoup que la nature des sels par lesquels on obtient l'hypertonie soit indifférente.

Cependant on ne peut se défendre de l'idée que, malgré leur diversité,

les agents de la parthénogenèse interviennent par une action commune qui reste à déterminer.

Il faut donc multiplier les expériences et comparer leurs résultats. C'est pour ce but que j'ai entrepris la série de recherches, encore loin d'être terminées, dont je donne ici quelques résultats provisoires.

Une des plus graves difficultés de la question consiste en ce que, tandis que les agents physiques et chimiques employés sont toujours identiques à eux-mêmes, la substance vivante à laquelle on les applique (les œufs vierges) présente, d'un individu à l'autre, et même d'un œuf à l'autre de la même ponte, des différences que rien ne permet de reconnaître, si ce n'est la différence des résultats obtenus.

Deux réactifs donnent un jour un certain résultat, on le note et l'on détermine, pour chacun d'eux, le pourcentage des œufs développés, par rapport aux œufs non développés : on leur donne à chacun un coefficient d'efficacité. Le lendemain on recommence la même expérience avec des œufs en apparence identiques à ceux de la veille et au même état de maturité : le pourcentage n'est plus le même, les coefficients sont modifiés et le réactif le plus efficace la veille se trouve être le moins efficace le lendemain. Il faut multiplier les expériences et tabler sur des moyennes.

Le fait même que de tous les œufs soumis dans une même expérience, à un même réactif, un certain tant pour 100 se développe, tandis que le reste, en apparence identique avant l'expérience, ne se développe pas, suffit à montrer qu'il y a entre les œufs d'un même ovaire des différences individuelles impossibles à reconnaître, qui suffisent à renverser le sens du résultat obtenu. Lorsque des œufs d'un même ovaire sont répartis en deux lots A et B que l'on traite par deux réactifs différents, si l'on obtient 20 pour 100 de développements dans A comme dans B, il est impossible de dire si les œufs qui se sont développés dans A sont les mêmes qui se seraient développés si l'on avait interverti les lots et traité A par le réactif de B et B par le réactif de A. En d'autres termes, y a-t-il dans un lot donné d'œufs un tant pour 100 d'individus ayant une tendance supérieure à se développer parthénogénétiquement et qui se développeront de préférence aux autres quel que soit le choix du réactif? ou y a-t-il des œufs sensibles à un réactif, d'autres sensibles à un autre, se développant chacun quand on applique le réactif approprié? La question serait intéressante à résoudre, et elle semble absolument insoluble.

Après ces préliminaires, indiquons les résultats des expériences.

1° *Température.* — L'influence de la température sur le développement des œufs d'animaux à sang froid est depuis longtemps connue, mais peut-

être n'a-t-on pas remarqué à quel point l'action de ce facteur est précise : une différence de 2° à 3° en plus ou en moins suffit, aux environs de certaines limites, à modifier complètement le sens des résultats. Des expériences qui avaient réussi pendant toute la belle saison cessèrent brusquement de donner des résultats, lorsque à l'automne la température ambiante se trouva abaissée de quelques degrés. Les résultats redevinrent immédiatement favorables dès que j'eus pris soin d'échauffer au moyen d'un poêle l'atmosphère du laboratoire. La température optima est d'environ 18°. A 15°, tout développement cesse (j'entends le développement parthénogénétique) par les réactifs dont il va être question ci-dessous.

Une température de 20° à 21°, appliquée au début de l'action du réactif, donne des résultats encore meilleurs, mais il ne faut pas qu'elle soit maintenue au delà d'une heure ou deux. Le meilleur procédé consiste à appliquer le réactif à 20° ou 21°; dans une atmosphère à 18°, le réactif se mettant, en 2 ou 3 heures, en équilibre de température avec l'atmosphère du laboratoire.

2° *Réaction du liquide.* — On a jusqu'ici considéré que l'acidification légère de la liqueur, principalement par les acides chlorhydrique et acétique, était une condition adjuvante, parfois même indispensable. Cela est vrai pour les œufs d'astérie et sans doute pour les œufs de diverses autres espèces. Mais, en ce qui concerne l'oursin *Strongylocentrotus*, j'ai constaté cette année que les acides étaient franchement défavorables au développement parthénogénétique. Sous leur influence, même à doses minimes, les œufs subissent la dégénérescence vésiculaire, deviennent noirs, et aucun d'eux ne se développe. L'acide carbonique ne fait pas exception.

Au contraire, j'ai obtenu des résultats satisfaisants en alcalinisant la liqueur soit avec l'ammoniaque, soit plutôt avec la soude. Si, au lieu de soude, on emploie un sel sodique chimiquement neutre au point de vue de la saturation de l'acide par la base, mais alcalin à la teinture de tournesol, tel que le phosphate trisodique ou le sulfite de soude, les résultats sont encore bien supérieurs. C'est encore la soude qui fournit l'alcalinité dans ces derniers cas, si du moins on admet l'explication ingénieuse qui a été fournie de cette réaction et d'après laquelle l'alcalinité de ces sels résulterait de ce que l'ionisation du sulfite de soude par exemple est plus grande pour la soude que pour l'acide sulfureux, en sorte que les molécules sodiques libres, et par conséquent efficientes, sont plus nombreuses que les molécules d'acide sulfureux. En outre, ces molécules sodiques sont sans doute dans un état qui les rend plus actives, en qualité de catalyseur, que celles qui proviennent de la soude libre.

Le réactif qui, après de très nombreux essais comparatifs, m'a donné le meilleur résultat était composé de la manière suivante : eau de mer, 3^{cm^3}; solution de NaCl pur à $2\frac{1}{2}$ molécules par litre, 45^{cm^3}; eau distillée, 72^{cm^3}; sulfite de soude, 5 gouttes; ce qui donne, pour la concentration moléculaire: ensemble des sels de l'eau de mer normale, 0,013; NaCl, 0,937; en tout 0,950. A remarquer la faible proportion d'eau de mer normale dans ce réactif. Il m'a fourni jusqu'à 840 pour 1000 d'éclosions, tandis que le même réactif, sans sulfite de soude, n'en fournit en général que quelques millièmes.

J'ai obtenu aussi des résultats intéressants par le nombre et la belle apparence des blastules en traitant les œufs pendant 1 heure par une solution de sucre à une concentration moléculaire de 0,100 à 0,400 dans l'eau de mer à la concentration de 0,520, avant de les soumettre à l'action du réactif indiqué plus haut. Le réactif sucré employé seul ne fournit aucune éclosion.

Les larves obtenues par ces moyens et par d'autres analogues m'ont fourni des pluteus qui ont vécu de 2 à 6 semaines, nageant dans l'eau et se nourrissant, sans qu'aucun d'eux cependant ait montré le moindre indice du développement de la forme adulte à son intérieur.

Je profite de l'occasion de cette Note pour signaler que, en ce qui concerne les Astéries, j'ai pu pousser l'élevage des larves parthénogénétiques obtenues par l'acide carbonique au même stade que les années précédentes, mais pas au delà. L'une des larves a vécu 4 mois et 19 jours, montrant nettement le disque calcaire pentagonal dorsal de l'adulte sans trace de la rosette aquifère pentagonale ventrale, bien que les vésicules entérocœliennes de la larve se soient normalement développées. Cela montre que les deux systèmes en question ne sont pas liés l'un à l'autre par une corrélation ontogénétique nécessaire, comme le sont, par exemple, les bras et le squelette calcaire du pluteus des Oursins, d'après les expériences de Chabry.

PATHOLOGIE. — *De l'identité du Surra et de la Mbori.* Note de M. A. LAVERAN.

M. Cazalbou, vétérinaire militaire, a décrit sous le nom de *Mbori* une trypanosomiase qui est commune au Soudan français (Sénégambie-Niger) et qui sévit principalement sur les dromadaires [1].

---

[1] A. LAVERAN, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, séance du 26 avril 1904.

M. Cazalbou m'a envoyé, au commencement de 1904, un chien infecté de Mbori; le chien est arrivé vivant à Paris, ce qui m'a permis de faire une étude très complète de cette trypanosomiase.

J'ai constaté que, au point de vue morphologique et au point de vue de l'action pathogène sur les différentes espèces animales, le trypanosome de la Mbori présentait la plus grande analogie avec le trypanosome du Surra, la virulence du trypanosome de la Mbori étant seulement un peu plus faible que celle du *Trypanosoma Evansi* provenant de l'île Maurice.

Pour résoudre la question d'identité ou de non-identité de ces trypanosomes, j'ai pensé qu'il y avait lieu de rechercher si des animaux ayant une immunité solide pour l'un des virus étaient encore sensibles ou non à l'autre.

En 1904, MM. Vallée et Panisset ont fait, à ma demande, et avec des virus que je leur avais donnés, les expériences suivantes à l'École vétérinaire d'Alfort : trois Bovidés, ayant une immunité solide pour le Surra, ont été inoculés avec le trypanosome de la Mbori. Deux de ces animaux ont montré la même immunité pour la Mbori que pour le Surra, le troisième a eu une infection très légère et très courte. MM. Vallée et Carré ont conclu avec raison, de ces expériences, qu'on devait admettre, sinon l'identité absolue, au moins une étroite parenté du trypanosome de la Mbori et du *Trypan. Evansi* (1).

Il était important, comme contre-épreuve aux expériences de MM. Vallée et Panisset, de rechercher si un animal ayant acquis l'immunité pour la Mbori jouissait de l'immunité pour le Surra. L'expérience suivante ne me paraît laisser aucun doute à cet égard.

Le 16 avril 1904, un jeune bouc pesant 26^{kg} est inoculé sous la peau avec le trypanosome de la Mbori (sang dilué de cobaye). La réaction fébrile est faible. La température prise du 16 avril au 15 mai ne dépasse pas 39°,4; elle atteint ce chiffre le 22 et le 23 avril. L'examen histologique du sang du bouc est toujours négatif, mais une série d'animaux inoculés du 28 avril 1904 au 6 février 1905 s'infectent.

28 avril 1904. Un rat reçoit, dans le péritoine, 2$^{cm^3}$ du sang du bouc; il s'infecte en 6 jours. Traité par l'acide arsénieux et le trypanroth, ce rat a guéri.

30 mai. Un rat reçoit, dans le péritoine, 2$^{cm^3}$ du sang du bouc; il s'infecte en 7 jours. Traitement par l'acide arsénieux et le trypanroth, guérison.

28 juin. Le bouc se porte bien, il augmente de poids; 28^{kg},600 le 28 juin.

21 juillet. Un rat reçoit, dans le péritoine, 2$^{cm^3}$ du sang du bouc et un cobaye en reçoit 4$^{cm^3}$. Le rat s'infecte en 6 jours; traité par le trypanroth, il guérit. Le cobaye

(1) Vallée et Panisset, *Sur les rapports du Surra et de la Mbori* (*Comptes rendus*, séance du 21 novembre 1904).

ne montre dans son sang des trypanosomes que le 4 septembre; il meurt le 6 novembre 1904.

26 juillet. Le bouc qui ne présente aucun symptôme morbide pèse $32^{kg},300$.

17 août. Un cobaye reçoit, dans le péritoine, 5^{cm^3} du sang du bouc. Le 10 septembre, on trouve des trypanosomes rares dans le sang du cobaye qui succombe le 12 septembre à une complication.

22 août. Le bouc pèse $34^{kg},500$.

17 septembre. Un cobaye reçoit, dans le péritoine, 4^{cm^3} du sang du bouc. Le 2 octobre, le cobaye est infecté; mort le 12 janvier 1905.

3 octobre. Le bouc pèse $35^{kg},500$.

18 octobre. Un cobaye reçoit, dans le péritoine, 4^{cm^3} du sang du bouc; il meurt de pleuropneumonie le 20 décembre sans avoir montré de trypanosomes.

8 novembre. Le bouc pèse 36^{kg}.

17 novembre. Un cobaye reçoit, dans le péritoine, 4^{cm^3} du sang du bouc. Le 21 décembre on trouve, dans le sang du cobaye, des trypanosomes rares; mort le 20 mars 1905.

29 novembre. Un cobaye reçoit, dans le péritoine, 4^{cm^3} du sang du bouc; il meurt de pneumonie le 31 janvier 1905, sans avoir montré de trypanosomes.

28 décembre. Deux cobayes reçoivent chacun, dans le péritoine, 6^{cm^3} du sang du bouc; ces cobayes ne s'infectent pas.

6 janvier 1905. Un chien reçoit, dans le péritoine, 20^{cm^3} du sang du bouc. Le 22 janvier on trouve, dans le sang du chien, des trypanosomes nombreux; mort le 24 janvier.

6 février 1905. Un chien reçoit, dans le péritoine, 20^{cm^3} du sang du bouc; le 13 février, on trouve des trypanosomes rares dans le sang du chien; mort le 8 mars. Le bouc pèse 37^{kg}.

15 mars 1905. Un chien reçoit, dans le péritoine, 20^{cm^3} du sang du bouc. Ce chien qui a été suivi jusqu'au 15 août 1905 ne s'infecte pas.

Il est à remarquer que, sauf une légère réaction fébrile au début, le bouc n'a pas présenté de symptômes morbides; sa croissance a été régulière. Les animaux d'épreuve ont seuls permis de suivre la marche de l'infection; à partir du mois d'octobre, le sang du bouc est devenu de moins en moins virulent.

Le 16 avril 1905, le bouc est inoculé de nouveau avec le trypanosome de la Mbori (sang dilué de cobaye). Le poids du bouc est de 37^{kg}.

Le bouc ne se réinfecte pas. Un chien inoculé le 1er mai avec 20^{cm^3} du sang du bouc (dans le péritoine) n'a jamais montré de trypanosomes; ce chien a été suivi jusqu'au 2 août 1905.

Le 14 juin 1905, le bouc est inoculé, sous la peau, avec le sang dilué d'un cobaye infecté de Surra de Maurice. A la suite de cette inoculation, il se produit une réaction fébrile assez marquée; la température, du 19 juin au 1er juillet, reste aux environs de 40°; elle atteint trois fois 40°,8.

L'examen histologique du sang du bouc, fait à plusieurs reprises, est toujours négatif et les animaux d'épreuve ne s'infectent pas.

Le 30 juin on inocule, sur le bouc, 1 chien et 2 souris. Le chien reçoit 20^{cm^3} de sang dans le péritoine, les souris reçoivent chacune $0^{cm^3},50$ de sang. Ces animaux n'ont jamais montré de trypanosomes; le chien a été suivi jusqu'au 23 septembre 1905.

Les résultats de cette expérience confirment ceux des expériences faites

à l'École d'Alfort par MM. Vallée et Panisset et permettent de conclure que les trypanosomes du Surra et de la Mbori appartiennent à la même espèce; le trypanosome de la Mbori constitue seulement une variété de *Trypan. Evansi* un peu moins virulente que le trypanosome qui a produit la grave épizootie de Maurice [1].

En bactériologie on admet que des échantillons de microbes pathogènes qui confèrent l'immunité l'un pour l'autre, qui *se vaccinent réciproquement*, sont de même espèce; cette règle doit s'appliquer également aux trypanosomes.

M. **Armand Gautier**, faisant hommage à l'Académie de la *troisième édition* de son *Cours de Chimie organique*, s'exprime ainsi :

Cette édition est publiée avec la collaboration de M. Marcel Delépine, agrégé de l'École de Pharmacie de Paris, dont l'Académie connaît bien le nom et les travaux.

Parmi les additions ou modifications importantes de cette troisième édition, je signalerai les chapitres relatifs à la stéréochimie et aux isoméries physiques et géométriques, aux composés cyclométhyléniques, à leurs relations avec les dérivés des térébènes, camphènes, camphols et essences naturelles, aux corps à noyaux hexagonaux ou pentagonaux à chaînons azotés, sulfurés ou oxygénés, enfin aux méthodes de reproduction des corps organiques, en particulier des alcaloïdes naturels.

M. **Michel Lévy** présente à l'Académie la deuxième édition de la Carte géologique de la France à l'échelle du millionième.

Cette Carte, destinée à servir de tableau d'assemblage à la Carte géologique au 1 : 80 000e, résume les études faites jusqu'à ce jour sur toute l'étendue du territoire français dont quelques feuilles seulement restent à explorer dans la région du sud-ouest et dans l'île de Corse.

La comparaison de cette deuxième édition avec la première fait ressortir les progrès considérables réalisés dans l'étude géologique du sol, notamment en Bretagne, dans le Plateau Central, dans les Alpes et les Pyrénées.

La coordination des explorations a été faite sous la direction de M. Michel Lévy, par un Comité composé de :

MM. Barrois, Bergeron, L. Bertrand, Marcel Bertrand, Bigot, Boule,

---

(1) A. Laveran, *Remarques au sujet de la Note de MM.* Vallée *et* Panisset (*Comptes rendus*, séance du 21 novembre 1904).

Bresson, L. Bureau, Carez, Delafond, Dépéret, Dollfus, Douxami, L. Fournier, Gosselet, de Grossouvre, Glangeaud, Haug, Kilian, Lacroix, de Launay, Le Cornu, Le Verrier, Lugeon, de Margerie, Munier-Chalmas, Œhlert, Roussel, Seunes, Termier, Vasseur, Vélain, Welsch, Zürcher.

Les travaux graphiques ont été exécutés sous la direction de M. H. Thomas.

M. **Yves Delage** fait hommage à l'Académie de la huitième année de l'*Année biologique*, publiée sous sa direction.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie impériale des Sciences de Vienne**, qui est actuellement directrice de l'Association internationale des Académies, fait connaître qu'une réunion du Comité de l'Association aura lieu à Vienne, le 30 mai 1906, au Palais de l'Académie.

MM. **Henri Abraham**, **Alquier**, **Marcellin Boulle**, **Canovetti**, **Albert Colson**, **Cureau**, **Dangeard**, **Fabre**, **Louis Fabry**, **Gaston Fayet**, **Fleury**, **Friedel**, **E. Gain**, **Giacobini**, **Gouy**, **Ch. Gravier**, **Henneguy**, **Albert Hogge**, **André Kling**, **Ch. Lallemand**, **Laurent**, **P. Lebeau**, **Le Play**, **Ed. Loison**, **Leduc**, **F. Maignon**, **L. Maillard**, **Albert Malherbe**, **L. Marchis**, **H. Martel**, **de Maupeou d'Ableiges**, **Maurice**, **Mesnager**, **Millochau**, **Nimier**, **F. Renauld**, **Rodhain**, **Urbain**, **H. Vincent** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux. Mme **Louis Massenet** et Mme **P. Tannery** adressent également des remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (équatorial Brunner de* 0m,16 *d'ouverture) pendant le premier trimestre de* 1905. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Il y a eu 47 jours d'observation pendant ce trimestre, et les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

Taches. — On a noté 48 groupes de taches au lieu de 45, mais leur surface totale est presque double (8018 millionièmes au lieu de 4167).

Cet accroissement considérable est dû aux grands groupes des mois de

février et mars qui, à eux seuls, représentent plus de la moitié de l'aire tachée de ce trimestre. Ces groupes ayant fait l'objet de nombreuses Communications relatées aux *Comptes rendus*, il n'y a pas lieu d'entrer dans beaucoup de détails à leur sujet, nous remarquerons seulement en passant que le groupe de février, à 15° de latitude australe, est un des plus importants parmi les grandes formations observées depuis un demi-siècle.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules enregistrés a notablement diminué : on a, en effet, 98 groupes avec une surface totale de 103,7 millièmes, au lieu de 121 groupes et 122,0 millièmes notés précédemment. Leur répartition entre les deux hémisphères est de 51 groupes au Sud au lieu de 56, et de 47 au Nord au lieu de 65.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Janvier 1905. — 0,00.			
5-13	7	8,2	−17		45
7-14	7	11,6	−15		16
7-14	7	11,7		+12	30
7-14	7	12,9		+18	68
7-14	7	13,6		+21	110
9	1	13,8	−6		6
12-14	3	14,7		+20	21
10-14	5	15,8		+9	483
14-23	3	18,1		+13	14
14-23	3	20,0		+21	58
14-25	4	20,0	−12		297
25	1	22,2	−12		6
21-28	6	27,0	−16		28
25-2	5	28,3	−17		21
25	1	29,4	−10		3
25-28	4	30,6	−15		30
28	1	31,9	−26		5
	17 j.		−14°,6	+16°,3	
		Février. — 0,00.			
1	1	1,8		+20	3
28-8	7	4,2	−15		2743
4	1	7,8	−15		2
2-12	6	7,9		+12	396
8-12	2	8,6	−7		5
12	1	8,9	−14		2
8-15	4	9,0		+9	138
4-12	4	9,4	−9		9
3-15	7	9,5	−28		164
		Février (suite.)			
4-12	4	9,9		+22	36
6-12	3	10,9		+8	8
8-18	6	14,0		+21	282
12-18	5	15,9	−13		30
12-18	5	16,0		+11	57
18	1	20,1		+16	5
16-25	5	21,0	−22		16
15-25	5	21,9		+19	4
18-25	5	23,1	−14		15
20-25	4	26,5		+7	308
	16 j.		−15°,2	+14°,5	
		Mars. — 0,00.			
25-9	3	3,7	−18		451
6-10	3	5,6		+17	71
6-13	5	8,0		+10	1425
6	1	8,3	−7		56
10	1	13,5		+24	12
16-21	3	19,6	−10		105
14-25	5	20,4	−22		79
21-30	5	25,6	−17		30
25	1	25,9		+21	13
28-31	4	26,1		+31	22
25	1	27,4		+9	5
25-4	8	31,2	−15		285
	14 j.		−14°,8	+18°,7	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1905.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	»	1	7	2	10	7	1	4	2	»	»	17	1241
Février	»	»	2	5	2	9	10	3	5	2	»	»	19	4223
Mars	»	»	1	3	2	6	6	2	1	2	1	»	12	2554
Totaux ...	»	»	4	15	6	25	23	6	10	6	1	»	48	8018

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1905.	Sud. 90°–40°.	40°–30°.	30°–20°.	20°–10°.	10°–0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°–10°.	10°–20°.	20°–30°.	30°–40°.	40°–90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	2	3	10	2	18	20	2	13	5	»	»	38	37,9
Février	»	3	7	8	1	18	16	3	9	3	1	»	34	40,0
Mars........	1	2	2	9	1	15	11	1	7	2	1	»	26	25,8
Totaux ...	1	7	12	27	4	51	47	6	29	10	2	»	98	103,7

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces isothermiques et sur une classe d'enveloppes de sphères.* Note de M. A. DEMOULIN.

Étant données deux surfaces isothermiques associées dans le problème de Christoffel, les plans tangents en deux points correspondants de leurs développées harmoniques sont parallèles (¹) *et il en est de même des plans tangents aux secondes nappes des enveloppes de leurs sphères harmoniques.*

De cette proposition générale résulte immédiatement un théorème dû à M. Raffy (*Comptes rendus* et *Annales de l'École Normale*, 1905) et concernant les surfaces de M. Thybaut et les surfaces dont la développée harmonique est un plan isotrope : la surface qu'il convient d'associer à une quelconque de ces surfaces pour obtenir une solution du problème de Christoffel est surface de même nature que la surface considérée. *Cette propriété appartient également aux surfaces dont la développée harmonique est un plan* non *isotrope.*

(¹) Réciproquement, *lorsque deux surfaces ayant même représentation sphérique de leurs lignes de courbure sont telles que les plans tangents en deux points correspondants de leurs développées harmoniques soient parallèles, ces surfaces sont nécessairement isothermiques.*

Le problème de Christoffel peut être généralisé comme il suit :

Déterminer de la manière la plus générale un couple de surfaces ayant même représentation sphérique de leurs lignes de courbure, la correspondance ainsi établie entre ces deux surfaces étant telle que les trajectoires isogonales de leurs lignes de courbure se correspondent.

Les coordonnées (x, y, z), (x_1, y_1, z_1) de deux points correspondants, exprimées en fonction des paramètres des lignes de courbure, satisfont au système

$$\frac{\partial \theta_1}{\partial u} = \lambda \frac{\partial \theta}{\partial u}, \qquad \frac{\partial \theta_1}{\partial v} = k\lambda \frac{\partial \theta}{\partial v},$$

dans lequel k désigne une constante et λ une fonction convenablement choisie. Les éléments linéaires des deux surfaces sont donnés par les formules

$$ds^2 = \lambda^{-\frac{2}{1-k}} du^2 + \lambda^{\frac{2k}{1-k}} dv^2, \qquad ds_1^2 = \lambda^{-\frac{2k}{1-k}} du^2 + k^2 \lambda^{\frac{2}{1-k}} dv^2.$$

Leurs rayons de courbure principaux sont liés par la relation

$$\frac{R}{R'} = k \frac{R_1}{R_1'}.$$

Si l'on fait $k = -1$, on retrouve les formules relatives aux surfaces isothermiques.

La question qui vient d'être traitée suggère la suivante :

Déterminer de la manière la plus générale une enveloppe de sphères à deux paramètres de telle manière que ses deux nappes se correspondent avec conservation des lignes de courbure et de leurs trajectoires isogonales.

Pour résoudre ce problème, nous appliquerons nos méthodes de Géométrie anallagmatique intrinsèque (*voir*, dans les *Comptes rendus*, nos Notes des 5 juin et 31 juillet 1905). Il s'agit d'intégrer les formules (A) de notre Note du 31 juillet, auxquelles on joindra les équations $A_1 = \lambda A$, $C_1 = k\lambda C$, dans lesquelles k désigne une constante et λ une fonction à déterminer.

Les éléments linéaires des deux nappes de l'enveloppe sont donnés par les formules

$$ds^2 = M\left(\lambda^{-\frac{2}{1-k}} du^2 + \lambda^{\frac{2k}{1-k}} dv^2\right), \qquad ds_1^2 = M_1\left(\lambda^{-\frac{2k}{1-k}} du^2 + k^2 \lambda^{\frac{2}{1-k}} dv^2\right),$$

dans lesquelles M et M_1 sont des facteurs inconnus.

Les vitesses r et r_1 ont pour expressions

$$r = \frac{1}{1-k}\lambda^{-\frac{2}{1-k}}\frac{\partial\lambda}{\partial v}, \qquad r_1 = \frac{k}{1-k}\lambda^{\frac{2k}{1-k}}\frac{\partial\lambda}{\partial u}$$

et les inconnues q, p_1, λ satisfont au système

$$\frac{\partial p_1}{\partial u} = -qr_1, \qquad \frac{\partial q}{\partial v} = rp_1, \qquad \frac{\partial r}{\partial v} - \frac{\partial r_1}{\partial u} = -qp_1 + \frac{1}{2}(1+k).$$

Ce problème, comme le précédent, dépend d'une équation aux dérivées partielles du quatrième ordre.

Les $\mathcal{R}$ des sphères principales des deux nappes de l'enveloppe satisfont à la relation

$$\frac{\mathcal{R}}{\mathcal{R}'} = k\frac{\mathcal{R}_1}{\mathcal{R}'_1}.$$

Si $k = 1$, les deux nappes sont inverses l'une de l'autre (alors $\lambda = \text{const.}$); si $k = -1$, ce sont des surfaces isothermiques et l'on retombe sur le problème résolu par M. Darboux, en 1899, dans les *Comptes rendus* (*voir* aussi, dans les *Comptes rendus*, notre Note du 4 septembre 1905).

Il nous reste à examiner une question intéressante. Une des nappes de l'enveloppe, Σ par exemple, peut-elle être une sphère? Il convient de répondre par l'affirmative. Les vitesses q, p_1 ont alors pour expressions, m désignant une constante,

$$q = m\lambda^{-\frac{1}{1-k}}, \qquad p_1 = m\lambda^{\frac{k}{1-k}}.$$

Quant à la fonction λ, elle satisfait à l'équation

$$\frac{\partial}{\partial v}\left(\lambda^{-\frac{2}{1-k}}\frac{\partial\lambda}{\partial v}\right) - k\frac{\partial}{\partial u}\left(\lambda^{\frac{2k}{1-k}}\frac{\partial\lambda}{\partial u}\right) = -\frac{m^2(1-k)}{\lambda} + \frac{1-k^2}{2}.$$

La sphère mobile est la sphère anharmonique de paramètre k de la nappe Σ_1 *de son enveloppe.* J'appelle *sphère anharmonique de paramètre k d'une surface, en un point* M *de celle-ci,* la sphère qui est tangente à la surface en ce point et dont le centre est un point C_k tel qu'on ait $(M, C_k, C, C') = k$, C et C' désignant les centres de courbure principaux en M. *Cette sphère est conservée dans l'inversion.*

La surface Σ_1 doit être considérée comme une généralisation de la surface de M. Thybaut; on retrouve cette dernière en faisant $k = -1$, l'équation ci-dessus se réduit alors à celle des surfaces minima.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques généralisations du théorème de M. Picard.* Note de M. C. **Carathéodory**, présentée par M. Émile Picard.

Le théorème de M. Picard qui a trait au nombre de valeurs qu'une fonction entière peut ne pas atteindre, a reçu de M. E. Landau une extension fort remarquable (1). Les résultats de ce dernier auteur peuvent être généralisés de la façon suivante :

Soit

$$(1) \qquad y = f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots$$

une série de puissances représentant aux environs de l'origine une fonction qui ne possède pas d'autres singularités que des pôles à l'intérieur d'un cercle de rayon 1. Soient α, β, γ trois nombres complexes quelconques différents de a_0 et m, n, p trois entiers positifs tels que l'inégalité

$$\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{1}{p} < 1$$

soit vérifiée. Nous supposerons, en outre, que les fonctions $(y-\alpha)^{\frac{1}{m}}$, $(y-\beta)^{\frac{1}{n}}$ et $(y-\gamma)^{\frac{1}{p}}$ sont régulières aux environs de toute valeur de x dont le module est inférieur à l'unité et à laquelle correspond une valeur finie de y.

Je dis que, sous ces conditions, la valeur absolue du coefficient a_1 sera au plus égale à une quantité, qui dépend des seules grandeurs a_0, α, β, γ, m, n, p et que nous allons déterminer.

Considérons à cet effet, d'une part, dans un plan w, un triangle curviligne A′B′C′ dont les côtés sont des arcs de cercle et les angles au sommet respectivement $\frac{\pi}{m}$, $\frac{\pi}{n}$, $\frac{\pi}{p}$; d'autre part, la portion T du plan des y contenant a_0, qui est limitée par le cercle passant par α, β et γ. Faisons la représentation conforme de ces figures l'une sur l'autre; il sera toujours possible, en remplaçant au besoin A′B′C′ par son symétrique, de faire correspondre les points A′, B′, C′ respectivement aux points α, β et γ. Au point a_0 correspondra alors un point O′ du triangle A′B′C′; les prolongements des côtés de ce

(1) *Ueber eine Verallgemeinerung des Picard'schen Satzes* (*Sitzungsber. d. Berl. Akad.*, t. XXXVIII, 1904, p. 1118).

triangle sont d'ailleurs coupés orthogonalement par un cercle réel D. On peut donc, au moyen d'une transformation par rayons vecteurs réciproques et d'un rabattement, ramener le point O' à l'origine des coordonnées et faire coïncider le cercle D avec le cercle de rayon 1 concentrique à cette origine. La représentation conforme de la portion T du plan des y sur le triangle curviligne ABC dans sa nouvelle position sera réalisée par une fonction $\varpi(y)$ quotient de deux fonctions hypergéométriques dont l'étude a été faite par M. Schwarz [1]. Une branche de cette fonction $\varpi(y)$ s'annule pour $y = a_0$ et possède en ce point une dérivée $\varpi'(a_0)$ finie et différente de zéro.

On voit maintenant facilement que la fonction $\varpi[f(x)]$ est régulière pour toutes les valeurs de $|x| \leqq 1$ et que son module est plus petit que l'unité. Comme on a d'ailleurs $\varpi[f(0)] = \varpi(a_0) = 0$, la fonction $\frac{\varpi[f(x)]}{x}$ sera également régulière pour les mêmes valeurs de x et, le maximum de $\left|\frac{\varpi[f(x)]}{x}\right|$ n'étant atteint que sur la circonférence pour laquelle $|x| = 1$ et $|\varpi f(x)| \leqq 1$, on pourra poser d'une façon générale

$$(2) \qquad |\varpi[f(x)]| \leqq |x|.$$

On tire de cette dernière inégalité

$$\left|\frac{d\varpi}{dx}\right|_{x=0} = |\varpi'(a_0)a_1| \leqq 1,$$

et, par suite,

$$(3) \qquad |a_1| \leqq \left|\frac{1}{\varpi'(a_0)}\right|.$$

Soit $\varphi(x)$ la fonction inverse de $\varpi(y)$; la fonction $\varphi\left(\frac{x}{1+\varepsilon}\right)$, $\varepsilon > 0$ satisfait à toutes les conditions imposées à $f(x)$. La dérivée de cette dernière fonction pour $x = 0$ est d'ailleurs égale à $\frac{1}{(1+\varepsilon)\varpi'(a_0)}$, d'où l'on conclut que la limite (3) est vraiment la limite supérieure de $|a_1|$.

La condition que nous avions imposée à a_0 d'être différent de α, β, γ peut être levée. Soit, par exemple, $a_1 = \alpha$; la série (1) prendra alors la forme

$$y = \alpha + a_m x^m + a_{m+1} x^{m+1} + \ldots,$$

et l'on aura, en suivant une marche analogue à celle du cas général,

$$|a_m| \leqq \lim_{y=\alpha} \frac{1}{|m^m \varpi^{m(m-1)} \varpi'^m|}.$$

Les valeurs particulières $\alpha = 0$, $\beta = 1$, $\gamma = \infty$, $m = n = p = \infty$ nous ramènent au problème étudié par M. Landau. Dans ce cas, $f(x)$ devra

[1] *Gesammelte Abhandlungen*, t. II, p. 211. — *Cf.* PICARD, *Cours d'Analyse*, t. III, Chap. XIII.

être une fonction holomorphe pour $|x| \leq 1$ et ne prenant pas dans ce cercle les valeurs zéro et un.

Prenons dans le plan des y un point b différent de a_0; à ce point correspondront dans le plan des ϖ au moyen des diverses branches de la fonction $\varpi(y)$ une infinité de points. Soit λ le minimum de la distance de ces points à l'origine des coordonnées; λ sera différent de zéro. On en conclut au moyen de l'inégalité (2) que la fonction (1) ne prendra *jamais* la valeur b pour toutes les valeurs de $|x| < \lambda$.

Le théorème que M. P. Boutroux a établi [1] pour le cas d'une fonction holomorphe, évitant les valeurs zéro et un, se démontrera en partant de l'inégalité (2) avec la même facilité que le précédent chaque fois où l'on aura $\alpha = m = \infty$.

Les considérations qui précèdent peuvent être facilement étendues à d'autres cas où le nombre de points singuliers tels que α, β, γ est plus grand que trois. Il suffira de remplacer dans la démonstration la fonction $\varpi(y)$ par une fonction automorphe convenable (fonction fuchsienne).

On peut enfin traiter par la même méthode d'autres problèmes où la fonction $y = f(x)$ n'est pas seulement assujettie à éviter certaines valeurs, mais, au contraire, à rester à l'extérieur de certains domaines définis dans le plan des y. Il suffit de connaître la fonction réalisant la représentation conforme sur un cercle du domaine de variabilité que la grandeur y est libre de parcourir. C'est ainsi que le cas, où la fonction $y = f(x)$ est assujettie à ne prendre pour $|x| \leq 1$ que des valeurs situées dans le plan des y à l'extérieur de trois cercles, tous extérieurs les uns aux autres, conduira de nouveau à considérer le quotient de deux fonctions hypergéométriques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le mouvement non stationnaire d'un ellipsoïde fluide de révolution qui ne change pas sa figure pendant le mouvement.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

Nous allons indiquer dans cette Note un cas du mouvement d'un ellipsoïde fluide sous les suppositions fondamentales faites dans un travail précédent (*Comptes rendus*, 11 décembre 1905).

---

(1) *Comptes rendus*, 1905, 2e semestre, p. 305.

Soient

$$a = b, \qquad c > a$$

les carrés de demi-axes de l'ellipsoïde.

Le mouvement dont il s'agit se décompose en mouvement d'entraînement se réduisant à la rotation de l'ellipsoïde, *comme s'il était un corps solide* [système (A)], autour de son centre et en mouvement relatif du liquide par rapport au système (A).

1. *Mouvement d'entraînement.* — Soient p, q, r les projections sur les axes ξ, η, ζ de l'ellipsoïde de la vitesse angulaire Ω du corps (A), ω la projection de Ω sur le plan équatorial de l'ellipsoïde.

La composante r de Ω, suivant l'axe ζ de révolution de l'ellipsoïde, peut être donnée à l'avance en fonction arbitraire de t.

La composante ω reste constante pendant le mouvement, mais doit être comprise dans l'intervalle

$$0 < \frac{\omega^2}{\pi} < \frac{4}{15}.$$

La constante positive $\omega = \omega_0$ étant donnée de la manière indiquée, la forme de la surface libre du liquide sera complètement déterminée.

L'équation transcendante

$$\frac{\omega_0^2}{\pi} = \sigma(\sigma - 1)(\sigma^2 - 1)\left(\frac{3\sigma^2 - 1}{2\sigma} \log\frac{\sigma + 1}{\sigma - 1} - 3\right),$$

qui n'admet qu'une seule racine réelle σ_0 dans l'intervalle $(+1, \infty)$, détermine la valeur du rapport

$$\sigma = \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{c - a}}.$$

Les équations

$$\sigma_0 = \frac{\sqrt{c}}{\sqrt{c - a}}, \qquad a^2 c = \upsilon_0,$$

υ_0 étant une constante donnée à l'avance, déterminent les demi-axes $\sqrt{a} = \sqrt{b}$ et $\sqrt{c}$ de l'ellipsoïde.

Les composantes p, q, r s'expriment en fonctions de t comme il suit :

$$p = -\omega_0 \cos\tau, \qquad q = \mp \omega_0 \sin\tau, \qquad r = \text{fonction donnée de } t,$$

où

$$\tau = \mp \int r\, dt + \text{const.}$$

Pour déterminer complètement le mouvement d'entraînement, il ne reste qu'à trouver les expressions des cosinus α_i, β_i, γ_i $(i=1, 2, 3)$ des angles des axes mobiles ξ, η, ζ avec les axes fixes, ce qui se réduit à l'intégration d'équations bien connues de Cinématique.

2. *Mouvement relatif par rapport au système* (A). — Les composantes u_r, v_r, w_r suivant les axes ξ, η, ζ de la vitesse relative d'un point quelconque (ξ, η, ζ) du liquide s'expriment en fonctions de t comme il suit :

$$\frac{d\xi}{dt} = u_r = \quad r\eta \mp \zeta \frac{\omega_0(\sigma_0+1)}{\sigma_0}\sin\tau,$$
$$\frac{d\eta}{dt} = v_r = -r\xi - \zeta \frac{\omega_0(\sigma_0+1)}{\sigma_0}\cos\tau,$$
$$\frac{d\zeta}{dt} = w_r = \frac{\omega_0\sigma_0}{\sigma_0-1}(\eta\cos\tau \pm \xi\sin\tau).$$

L'intégration de ces équations linéaires, qui admettent l'intégrale

$$\frac{\xi^2+\eta^2}{a} + \frac{\zeta^2}{c} = \text{const.},$$

donnera les expressions de ξ, η, ζ en fonction de t.

Outre ce cas du mouvement, il en existe un autre que j'indiquerai ultérieurement.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une transformation de certaines équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. **J. Clairin**, présentée par M. Appell.

Toutes les lettres ayant leur signification ordinaire, les équations

$$(1)\quad \begin{cases} z^2p_1 + 2zpz_1 = \alpha(x,y)p^2 + 2\lambda(x,y)zp + \mathrm{M}(x,y)z^2, \\ z^2q_1 + 2zqz_1 = \beta(x,y)q^2 + 2\mu(x,y)zq + \mathrm{N}(x,y)z^2 \end{cases}$$

définissent une transformation de Bäcklund de troisième espèce qui fait correspondre à toute intégrale de

$$(2)\quad \begin{cases} 2[\alpha p - \beta q + (\lambda-\mu)z]s + \dfrac{\partial\alpha}{\partial y}p^2 + 2(\lambda-\mu)pq - \dfrac{\partial\beta}{\partial x}q^2 \\ \quad + 2\left(\dfrac{\partial\lambda}{\partial y} - \mathrm{N}\right)zp - 2\left(\dfrac{\partial\mu}{\partial x} - \mathrm{M}\right)zq + \left(\dfrac{\partial\mathrm{M}}{\partial y} - \dfrac{\partial\mathrm{N}}{\partial x}\right)z^2 = 0 \end{cases}$$

une infinité d'intégrales d'une autre équation

$$s_1 + F(x, y, z_1, p_1, q_1) = 0$$

et réciproquement. On obtient sans difficulté cette dernière équation en résolvant le système (1) par rapport à $\frac{p}{z}$ et $\frac{q}{z}$ et en écrivant que les expressions trouvées satisfont à la condition d'intégrabilité, mais $F(x, y, z_1, p_1, q_1)$ ne laisse pas d'avoir une forme assez compliquée.

On peut disposer des fonctions α, β, λ, μ, M, N de telle sorte que (2) se réduise à une équation linéaire. Si la transformation considérée est définie par les équations

$$z^2 p_1 + 2zpz_1 = e^{\theta(x,y)} p^2 + \left[\frac{1}{2}\frac{\partial^2\theta}{\partial x\,\partial y} - \omega(x, y)\right] z^2,$$
$$z^2 q_1 + 2zqz_1 = \left(q + \frac{1}{2}\frac{\partial\theta}{\partial y} z\right)^2 - \omega(x, y) e^{\theta(x,y)} z^2,$$

$\theta(x, y)$ et $\omega(x, y)$ satisfaisant à la condition

$$(3) \quad e^{\theta(x,y)} \frac{\partial}{\partial y}\left\{ e^{-\theta(x,y)} \left[\frac{1}{2}\frac{\partial^2\theta}{\partial x\,\partial y} - \omega(x, y)\right]\right\} + \frac{\partial}{\partial x}\left[\omega(x, y) e^{\theta(x,y)}\right] = 0,$$

l'équation (2) s'écrit

$$s + \frac{1}{2}\frac{\partial\theta}{\partial y} p + \omega(x, y) z = 0.$$

Jusqu'ici je n'ai pas pu obtenir sans aucun signe de quadrature les expressions de toutes les fonctions de x et de y qui satisfont à l'égalité (3), mais on aperçoit aisément des classes assez étendues d'équations linéaires auxquelles s'applique la transformation précédente. En particulier, on peut supposer $\theta(x, y)$ nulle, $\omega(x, y)$ étant une fonction de la seule variable $x + y$. La transformation

$$z^2 p_1 + 2zpz_1 = p^2 - \omega(x + y) z^2,$$
$$z^2 q_1 + 2zqz_1 = q^2 - \omega(x + y) z^2$$

permet alors de passer de l'équation à invariants égaux

$$(4) \qquad s + \omega(x + y) z = 0$$

à l'équation

$$(5)\quad \begin{cases} s_1 + 2\sqrt{p_1 + z_1^2 + \omega(x+y)}\sqrt{q_1 + z_1^2 + \omega(x+y)} \\ \qquad \times \left[\sqrt{p_1 + z_1^2 + \omega(x+y)} + \sqrt{q_1 + z_1^2 + \omega(x+y)} + z_1\right] \\ \qquad\qquad + 2z_1\left[p_1 + q_1 + z_1^2 + \omega(x+y)\right] + \omega'(x+y) = 0. \end{cases}$$

En choisissant $\omega(x+y)$ de telle sorte que l'intégrale générale de (4) puisse s'exprimer à l'aide de deux fonctions arbitraires, on arrive à une équation (5) intégrable par la méthode de M. Darboux et l'on forme ainsi de nouvelles équations aux dérivées partielles du second ordre intégrables. Considérons par exemple l'équation

$$s - \frac{2}{(x+y)^2} z = 0,$$

dont l'intégrale générale est

$$z = 2\frac{X+Y}{x+y} - X' - Y',$$

X désignant une fonction de la seule variable x et Y une fonction de la seule variable y, la formule

$$\left(2\frac{X+Y}{x+y} - X' - Y'\right)^2 z_1 + 4\frac{(X+Y)^2}{(x+y)^3} - 4\frac{(X+Y)(X'+Y')}{(x+y)^2} + 2\frac{X'^2+Y'^2}{x+y}$$
$$= \int X''^2\,dx + \int Y''^2\,dy$$

donne l'intégrale générale de l'équation (5) quand $\omega(x+y)$ est égale à $-\frac{2}{(x+y)^2}$.

PHYSIQUE. — *Réclamation de priorité au sujet d'un appareil de M. Nodon qui permet d'apercevoir en tout temps les protubérances solaires.* Note de M. **Antoine Sauve**. (Extrait.)

Dès le mois d'avril 1904 j'ai publié la description d'un appareil, qui ne diffère de celui de M. Nodon (¹) que par quelques détails, le principe étant le même, savoir de déplacer, par le moyen d'un miroir oscillant,

---

(¹) *Comptes rendus* du 4 décembre 1905.

l'image du Soleil sur la première fente d'un spectroscope, en déplaçant *simultanément* l'image virtuelle de la deuxième fente donnée par un autre miroir fixé sur le même axe qne le premier (*Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani*, Vol. XXXIII, anno 1904, dispensa 3ª, *Spettroelioscopio*).

J'emploie un miroir oscillant de mince épaisseur dont les deux faces sont réfléchissantes. Le faisceau lumineux donne l'image du Soleil sur la première fente du spectroscope, après une première réflexion sur le miroir oscillant et une deuxième réflexion sur un miroir fixe. Les rayons qui sortent de la deuxième fente se réfléchissent sur l'autre face du miroir oscillant et sont renvoyés dans une lunette.

Le spectroscope est une légère modification de celui qu'emploie M. Hale pour son spectrohéliographe.

Dans le Mémoire cité j'indique aussi le moyen de faire osciller le miroir d'une façon rapide et régulière.

OPTIQUE. — *Sur la propagation de la lumière dans un système en translation et sur l'aberration des étoiles.* Note de M. G. **Sagnac**, présentée par M. G. Lippmann.

I. *Loi de l'effet de mouvement.* — En considérant les particules d'un milieu optique comme des centres de réflexion en tous sens, plongés dans l'éther du vide, j'ai expliqué d'une manière simple le phénomène d'entraînement apparent des ondes lumineuses par la matière que Fizeau découvrit en 1851 (*Comptes rendus*, t. CXXIX, p. 756 et 818; *Société française de Physique*, année 1899, p. 162; *Journal de Physique*, 3ᵉ série, t. IX, p. 177). J'ai ramené l'effet Fizeau à la superposition de deux effets dont l'un (effet de masse) est évident, et l'autre (*effet de mouvement*) suit cette loi simple :

L'influence de la translation uniforme d'un cylindre, de longueur définie l, sur la durée t de propagation de la lumière le long de l'axe du cylindre, consiste en une variation Δt de cette durée qui ne dépend pas de la nature du milieu (matière quelconque ou éther du vide) intérieur au cylindre.

L'effet de mouvement Δt se calcule en considérant le cas du cylindre vide, d'après la vitesse V_0 des ondes dans le vide et d'après la composante ($v = u \cos\varphi$) de la vitesse u de translation du cylindre, comptée suivant

l'axe du cylindre dans la direction de propagation. On trouve $\Delta t = \frac{l\rho}{V_0^2}$ en supposant $\frac{\rho}{V_0}$ faible vis-à-vis de l'unité et négligeant les quantités de l'ordre de $\frac{\rho^2}{V_0^2}$. J'ai montré comment la valeur précédente de Δt doit être complétée si la translation du cylindre altère la période des vibrations incidentes. Mais la valeur précédente de Δt subsiste et la dispersion de la matière du cylindre, pas plus que son indice de réfraction, n'influent sur Δt si la source est entraînée avec le cylindre (*J. de Phys.*, *loc. cit.*, p. 184).

II. *Le théorème de Veltmann.* — La durée de propagation d'une vibration élémentaire de Huygens-Fresnel le long d'un contour fermé quelconque invariablement lié à un système optique quelconque en mouvement ne dépend pas de la vitesse de translation du système optique.

En effet, la variation de durée de parcours du contour fermé, due à une translation de vitesse u dans l'éther, est la somme des effets de mouvement Δt relatifs aux divers éléments de longueur l du contour

$$\sum \Delta t = \sum \frac{lu\cos\varphi}{V_0^2} = \frac{u}{V_0^2} \sum l\cos\varphi.$$

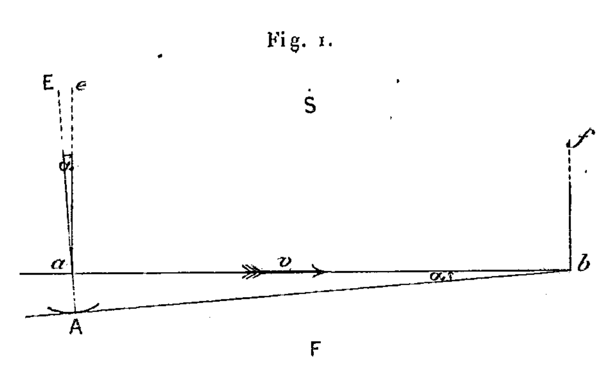
Or la longueur $\Sigma l\cos\varphi$ est nulle comme projection d'un contour fermé sur un axe parallèle à la vitesse u.

La valeur de l'effet de mouvement est donc la même pour deux chemins ouverts différents, de même origine S et de même extrémité F. En particulier, si F est le foyer conjugué du point lumineux S, les divers chemins tautochrones SF que parcourent les diverses vibrations élémentaires, issues du point lumineux S et superposées en F, demeurent tautochrones et le même point F du système demeure le foyer conjugué de S que le système soit en repos ou en translation.

III. *Rotation des ondes dans un système optique en translation.* — Soit ab (*fig.* 1) une surface d'onde produite par le point lumineux S dans le système en repos. Soient deux chemins tautochrones S...ea, S...fb joignant le point S à deux points différents a et b de l'onde ab du repos. Quand le système optique se meut, entraînant avec lui le contour fermé S...$eabf$...S, l'effet de mouvement est nul sur ce contour; par suite, les durées de parcours des deux chemins S...ea, S...fb, égales dans le cas du repos, diffèrent dans le système en translation, par la valeur Δt de l'effet de mouvement sur la distance ab qui réunit leurs extrémités. La valeur

$\Delta t = \frac{\overline{ab}\,v}{V_0^2}$ est une avance de la vibration en a sur la vibration en b si v désigne la composante de la vitesse u de translation du système dans l'éther comptée sur ab de a vers b. Alors ab n'est plus surface d'onde. La nouvelle onde Ab, passant par b, est telle que, pour venir la toucher en A, l'onde élémentaire issue de a doit parcourir un chemin supplémentaire $\overline{a\mathrm{A}}$ et éprouver un retard de durée $\frac{a\mathrm{A}}{V}$, précisément égal à l'avance Δt, de manière à rétablir le synchronisme des vibrations en A et b.

Fig. 1.



Le petit angle abA a ainsi pour valeur $\alpha = \frac{\overline{a\mathrm{A}}}{\overline{ab}} = \frac{v}{V}$ ou, dans le cas du vide, $\frac{v}{V_0}$. Si les surfaces d'onde sont planes, l'angle des deux plans d'onde est α si v a sa plus grande valeur, c'est-à-dire si v est la projection de la vitesse u de translation sur le plan d'onde ab.

IV. *L'aberration des étoiles* est un effet indirect observable de l'effet précédent qui n'est pas observable. Soit Ab (*fig.* 1) un plan d'onde que produit dans le vide la lumière d'une étoile avant de pénétrer dans un système optique terrestre achromatique, d'ailleurs quelconque. Le foyer F de l'étoile dans ce système achromatique coïncide avec le foyer F d'un point lumineux terrestre qui produirait dans le vide le même plan d'onde Ab. Ce point lumineux terrestre, supposé dans le vide loin de Ab, doit être dans une direction ae perpendiculaire à l'onde ab qu'il produirait dans le vide si la Terre était immobile dans l'éther. La direction apparente de l'étoile est donc la direction ae, inclinée, d'après III, dans le sens du mouvement de la Terre, sur la normale AaE aux ondes de l'étoile, de l'angle $\alpha = \frac{v}{V_0}$. Dans cette formule V_0 est la vitesse de la lumière dans le vide, bien que le foyer F

de l'étoile puisse se trouver dans un milieu quelconque. La vitesse v, déjà définie, est encore $u \sin \delta$, en appelant δ l'angle que fait la direction de l'étoile avec celle de la vitesse u de translation de la Terre dans l'éther. La partie annuellement variable de l'angle α, c'est-à-dire l'aberration fournie par les observations astronomiques, dépend suivant la même loi de la vitesse u de la Terre sur son orbite.

Les raisonnements faits, comme la théorie de l'effet de mouvement dont ils dépendent, supposent que l'éther du vide n'est pas sensiblement entraîné par la matière.

PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de production et la nature des pulvérisations cathodiques.* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

On sait depuis longtemps que les cathodes des tubes à gaz raréfié projettent des particules qui viennent former un dépôt sur les parois des tubes; de nombreux physiciens ont utilisé ces dépôts, mais on n'a presque aucun renseignement sur le mécanisme de production et la nature des pulvérisations.

Mécanisme de production. — Il semble résulter de mes expériences que ces particules sont détachées de la cathode par suite de l'arrivée sur celle-ci des centres chargés positivement, constituant l'afflux cathodique de M. Villard ou rayons α, c'est-à-dire que les circonstances de leur production sont les mêmes que celles indiquées par M. Villard pour la production des rayons cathodiques; elles sont projetées, à partir d'un même point de la cathode, dans toutes les directions.

Par exemple, lorsqu'on place vis-à-vis d'une cathode plane une lame de verre ou de mica destinée à recevoir le dépôt, on n'obtient aucun dépôt quand cette lame est très voisine de la cathode (ce fait a déjà été signalé plusieurs fois); quand cette lame est plus éloignée de la cathode, et que ses bords sont éloignés des parois du tube, on obtient un dépôt qui est le plus abondant sur les bords; si l'on incline la lame par rapport à la cathode, de manière qu'une de ses extrémités la touche et que l'autre en soit à une distance de 5^{mm} à 6^{mm} ou davantage, on n'obtient de dépôt que sur la partie de la lame qui était la plus éloignée de la cathode, et ce dépôt est le plus intense aux points les plus éloignés de celle-ci. L'espace obscur s'étendait, dans ces expériences, au delà de la lame; l'afflux cathodique ne pouvait arriver à la cathode que des points compris entre la lame elle-même et la cathode, et aussi, sur le bord, de l'espace périphérique; les résultats montrent donc que le dépôt était toujours le plus abondant aux points de la lame situés près des points de la cathode où l'afflux cathodique pouvait arriver d'une région plus étendue.

Si l'on place parallèlement à la cathode deux lames, l'une A, à 5^{mm} ou 6^{mm}, percée d'un ou deux trous circulaires de 3^{mm} à 8^{mm} de diamètre, et l'autre B plus éloignée, à 10^{mm} par exemple de A, on obtient sur A un dépôt qui est le plus abondant sur les bords de la lame et autour des trous; plus le trou est large, plus l'excès d'épaisseur du dépôt autour de lui est marqué; sur B on obtient un faible dépôt dans les régions situées en face des trous de A, mais sur une surface bien plus grande que celle des trous. Dans ces expériences, comme dans les précédentes, il n'est pas possible de maintenir la pression constante pendant tout le temps nécessaire à l'obtention des dépôts; mais cette pression était toujours assez faible pour que l'espace obscur comprît toute la région où se trouvaient les lames; l'afflux cathodique arrivait donc à la cathode d'abord du petit espace compris entre la cathode et la lame A, et, seulement par les trous, de l'espace plus grand compris entre A et B; il en arrivait aussi de l'espace périphérique; les parties de la cathode où la pulvérisation était la plus active étaient donc, dans ma manière de voir, celles situées en face des trous et sur les bords, ce qui explique bien les résultats obtenus.

Action d'un champ magnétique. — J'ai cherché à obtenir des renseignements sur la nature des pulvérisations en étudiant l'action d'un champ magnétique. Un champ magnétique faible, tel cependant qu'il dévie fortement les rayons cathodiques, n'a pas d'action sensible sur les pulvérisations. Il faut donc employer des champs assez intenses; après avoir essayé plusieurs dispositifs qui n'ont pas donné de résultats nets, j'ai utilisé le suivant :

Le tube est cylindrique, de 48^{mm} à 50^{mm} de diamètre, et la cathode est une tige de 2^{mm} de diamètre placée suivant l'axe du tube; celui-ci est disposé entre les pôles plats, de 70^{mm} de diamètre, d'un électro-aimant Weiss; le champ magnétique employé était d'environ 2200 gauss; la cathode est ainsi normale au champ, qu'elle traverse; dans ces conditions, la luminosité dans le tube est, comme on le sait depuis Plücker, localisée en une lame qui a pour base la cathode et qui est parallèle aux lignes de force du champ. Un deuxième tube identique au premier, en communication avec lui et en série dans le circuit des décharges, est placé loin de l'électro-aimant.

Les dépôts obtenus par pulvérisation de la cathode dans le tube témoin sont uniformes; au contraire, dans le tube soumis au champ magnétique, l'aspect du dépôt révèle une action certaine du champ, quel que soit le métal constituant la surface de la cathode (cuivre, bismuth, nickel). Avec le bismuth, qui est un des métaux dont la pulvérisation est le plus rapide, les traces, sur le tube de verre, de la lame luminescente, sont indiquées par un dépôt abondant; aux points voisins de ces traces le dépôt est faible, presque nul; il va en augmentant d'épaisseur jusqu'aux régions du tube situées dans un plan diamétral normal au champ magnétique. Avec le cuivre, même aspect; les traces de la lame luminescente sont cependant moins nettement marquées. Avec le nickel, la faiblesse du dépôt rend les différences peu sensibles entre les régions autres que les traces de la lame luminescente, lesquelles sont très bien marquées par un dépôt plus épais qu'aux autres points. Tous ces dépôts sont solubles dans l'acide azotique.

L'interprétation naturelle du fait qu'un grand nombre de particules se déposent sur les traces de la lame luminescente est que ces particules sont chargées électriquement et, par suite, soumises à l'action du champ magnétique, qui leur fait parcourir des trajectoires resserrées autour des lignes de force; les particules qui se déposent dans les régions voisines du plan diamétral normal au champ pourraient être supposées non chargées et, par suite, non soumises à l'action du champ; il me paraît plus probable que toutes les particules projetées sont chargées, mais avec un $\frac{e}{m}$ (sans doute variable) assez petit pour que l'action du champ magnétique soit faible et entraîne surtout vers la direction du champ les particules qui sont projetées dans des directions peu inclinées sur celui-ci.

En résumé, les pulvérisations cathodiques paraissent être constituées par des particules déjà assez grosses, arrachées à la cathode par le choc des rayons α, projetées dans toutes les directions, et chargées électriquement, mais avec un $\frac{e}{m}$ beaucoup plus petit que pour les projectiles constituant les rayons cathodiques.

PHYSIQUE. — *Sur les mobilités des ions des vapeurs salines.* Note de M. G. Moreau, présentée par M. Mascart.

Quand on veut calculer d'après la théorie cinétique des gaz la mobilité d'un ion qui se déplace dans un gaz sous l'action d'un champ électrique, on doit tenir compte, dans l'évaluation des quantités de mouvement transmises à l'ion par le choc des molécules, de l'attraction électrique de l'ion sur ces molécules. Si cependant l'ion est gros vis-à-vis d'une molécule du gaz, l'attraction électrique ne modifie pas notablement la trajectoire de celle-ci au moment du choc et la transmission des quantités de mouvement se fait par des chocs élastiques.

Dans ce cas, si la densité des ions est faible et si :

k et e désignent la mobilité et la charge d'un ion ;
ϖ et ρ la pression et la masse du gaz par unité de volume ;
x le rapport du diamètre de l'ion à celui d'une molécule pris égal à s, on déduit de la théorie de Maxwell

$$k = \frac{2e}{(1+x)^2 s^2}\sqrt{\frac{1}{2\pi\rho\varpi}\left(1+\frac{1}{x^3}\right)}. \tag{1}$$

D'après Langevin (*Annales de Chimie et de Physique*, juin 1905) cette valeur de k doit être multipliée par $\frac{3}{4}$. C'est la formule (1) ainsi corrigée, que je veux appliquer au calcul des mobilités des ions des vapeurs salines.

I. Un courant d'air traverse une solution d'un sel de potassium où il se charge d'une masse de sel proportionnelle à la concentration de la solution. Il parcourt ensuite un tube chauffé au rouge dans lequel le sel se vaporise et s'ionise. A la sortie du tube on peut, à des températures décroissantes, mesurer la densité des charges électriques séparées. On trouve qu'elle est proportionnelle à la racine carrée de la concentration de la solution.

La masse saline ionisée étant supposée proportionnelle à la concentration, la masse d'un ion variera comme la racine carrée et son diamètre ou x comme la racine sixième de la concentration. Or, pour les gros ions, d'après la formule (1), k variant comme $\frac{1}{x^2}$, il suit que la mobilité variera sensiblement en *raison inverse de la racine cubique de la concentration* du courant gazeux ou de la solution.

II. J'ai déterminé à différentes températures comprises entre 170° et 15° les mobilités de ces ions par un procédé indiqué antérieurement (*Comptes rendus*, t. CXXXIX).

Voici par exemple les résultats obtenus pour KCl avec différentes concentrations de la solution que traverse le courant d'air. Celles-ci sont exprimées en molécule M du sel par litre d'eau. Les nombres disposés en face des concentrations dans le Tableau suivant représentent en centimètres, pour un champ de 1 volt : cm, les mobilités des ions positifs et négatifs qui sont toujours égales :

Concentrations.	170°.	110°.	100°.	70°.	15°.
M	0,39	0,16	0,16	0,10	0,015
$\frac{M}{4}$	0,65	0,27	0,24	0,15	0,024
$\frac{M}{16}$	0,90	0,47	0,40	0,24	0,051
m	0,33	0,38	0,31	0,30	0,37
k_0	0,39	0,16	0,16	0,10	0,0155

A chaque température, la formule $k = \frac{k_0}{C^m}$ représente bien les observations pour les concentrations indiquées. Les valeurs de m et k_0 sont inscrites dans les deux dernières lignes du Tableau. La moyenne de $m = 0,34$.

Pour les sels de potassium qui s'ionisent le mieux et avec lesquels j'ai fait jusqu'ici les mesures les plus précises, j'ai obtenu pour m :

	KI.	KCl.	KBr.	KAzO³.
m	0,42	0,34	0,39	0,41

La moyenne générale est 0,39 exacte à $\frac{1}{8}$ près. On voit que ce nombre est très voisin du chiffre 0,33 fourni par la formule 1.

III. De la même formule, on déduit la grosseur des ions. On pose :

$$e = 3,4 \times 10^{-10}, \qquad \varpi = 10^6, \qquad s = 3 \times 10^{-8};$$
$$\rho = 1,3 \times 10^{-3} \times \frac{273}{T} \qquad (T = \text{température absolue}),$$

et l'on donne à k les valeurs observées pour les quatre sels entre 170° et 70°. Pour les concentrations précédentes, les mobilités sont comprises entre $0^{cm},9$ et $0^{cm},08$ pour 1 volt : cm ou, en unités électrostatiques, entre 270 et 24.

On trouve ainsi que x varie entre 5 et 15. Les ions se comportent donc comme s'ils étaient formés d'un centre électrisé de la grosseur d'une molécule de gaz, entouré de 2 à 7 couches de molécules. Ils sont plus gros que ceux des gaz ordinaires : pour ceux-ci, les mobilités observées par Zeleny dans l'air sec à la pression atmosphérique et à la température ordinaire fournissent pour x une valeur intermédiaire à 2 et 3, c'est-à-dire qu'une seule couche de molécules suffit à constituer leur masse (Langevin, *loc. cit.*).

Pour les températures inférieures à 70°, x augmente rapidement. A 15°, les mobilités variant entre 15 et 4, alors x croît de 20 à 40, d'où 10 à 20 couches de molécules autour du centre de l'ion. Celui-ci paraît être une véritable goutte qui résulte sans doute de la condensation de la vapeur d'eau ou du sel autour du centre électrisé.

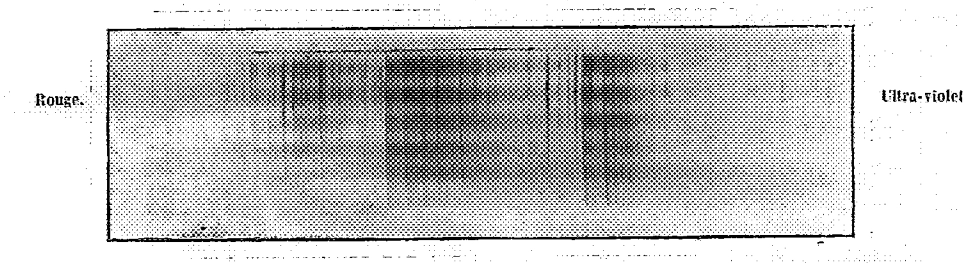
SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres respectifs des différentes phases de l'étincelle oscillante.* Note de M. G.-A. Hemsalech, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note antérieure ([1]), j'ai décrit un dispositif qui permet d'étudier facilement les différentes phases de l'étincelle oscillante, à savoir : la décharge initiale, la vapeur métallique et les oscillations. A l'aide de cette méthode et grâce à l'immobilité du phénomène, j'ai pu photographier séparément et à la fois les spectres correspondant à ces phases.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1103.

L'étincelle oscillante était produite par la décharge d'un condensateur (capacité : 0,003 microfarad) à travers une self-induction de 0,04 henry. Le condensateur était en dérivation sur un transformateur Rochefort alimenté par le courant alternatif à 110 volts et 5 ampères. La décharge initiale éclatait entre les fils de platine et les oscillations entre les bords aiguisés des plaques de cuivre du dispositif spécial (*loc. cit., fig.* 1). La distance entre les fils de platine était de 3^{mm} et la fréquence d'oscillation de 13 800 par seconde.

L'étincelle, décomposée dans ses constituants à l'aide d'un courant d'air, fut projetée sur la fente d'un spectrographe en verre. On disposa l'appareil de telle sorte que les images de la décharge initiale et d'un certain nombre d'oscillations tombèrent toutes sur la fente, cette dernière formant la bissectrice de toutes ces images. On obtint alors sur la plaque photographique une série de spectres correspondant à la décharge initiale et aux différentes oscillations. La photographie reproduite ci-dessous a été obtenue après une pose de deux heures.



Le premier spectre, très mince, en haut de la planche est celui de la décharge initiale. La série de cinq spectres pareils représente les spectres des cinq premières oscillations. Superposé aux spectres des oscillations on remarque un troisième spectre qui consiste en raies longues traversant les oscillations et les espaces entre elles; c'est le spectre de la vapeur de platine produite par la décharge initiale.

L'examen minutieux de cette photographie nous révèle des faits intéressants. La décharge initiale donne le *spectre de lignes* de l'air; c'est un fait assez remarquable, car on sait [1] que, lorsque l'étincelle n'est pas soufflée, l'introduction d'une self-induction dans le circuit de décharge a précisément pour effet de *supprimer* complètement ce spectre de lignes. Il est probable que le courant d'air frais et non ionisé (l'air parcourt un tuyau en plomb relié à terre) rend très difficile l'ionisation de l'espace entre les deux électrodes et que par conséquent cette ionisation doit s'effectuer brusquement et presque instantanément (je n'ai jamais obtenu une déviation de la décharge initiale). L'air ionisé par la décharge initiale est entraîné par le courant d'air et traversé successivement par les oscillations, lesquelles

[1] *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 285.

le maintiennent ionisé. Ainsi les oscillations ne dépensent presque pas d'énergie pour rendre l'air conducteur et par conséquent leurs spectres diffèrent de celui de la décharge initiale; elles donnent le *spectre de bandes négatif* de l'azote tel qu'on l'obtient ordinairement dans l'étincelle oscillante avec certains métaux ([1]). Les principales bandes commencent à $\lambda = 4278,4$ et $\lambda = 3914,4$.

En résumé *la décharge électrique donne lieu au spectre de lignes dans l'air non ionisé et au spectre de bandes dans l'air ionisé.*

La traînée de vapeur métallique qui traverse les oscillations du haut en bas donne les raies caractéristiques du platine; mais son spectre diffère de celui de l'arc ou de l'étincelle ordinaire.

Un grand nombre de ces raies augmentent d'intensité aux endroits où elles sont rencontrées par les oscillations, d'autres ne sont pas influencées du tout.

Connaissant la fréquence d'oscillation (13800 par seconde), il est facile de calculer la durée de luminosité de la vapeur métallique pour une raie quelconque. Dans notre cas, la distance entre deux oscillations successives correspond à $7,26 \times 10^{-5}$ sec. et la distance entre la décharge initiale et la première oscillation à $4,28 \times 10^{-5}$ sec. Ainsi la raie $\lambda = 3923,1$ parcourt d'abord le chemin entre le fil de platine et la première oscillation et ensuite encore 4,5 oscillations; par conséquent, sa durée totale est de $3,7 \times 10^{-4}$ sec. Pour la raie $\lambda = 4364,6$, on obtient $2,06 \times 10^{-4}$ sec.

Il est à remarquer que, pour la plupart des raies, la durée de luminosité est à peu près proportionnelle à l'intensité; parmi les exceptions, citons les raies faibles $\lambda = 5369,2$ et $\lambda = 5390,6$ qui subsistent aussi longtemps que leurs voisines brillantes à $\lambda = 5227,8$ et $\lambda = 5477,4$.

Dans le spectre de la vapeur métallique on trouve aussi des raies dues au cuivre et au calcium. Les raies du cuivre apparaissent seulement par moment et n'ont pas pu être photographiées dans les conditions énumérées. Mais, si l'on projette l'image d'une seule oscillation sur la fente, la direction de l'oscillation étant parallèle à cette dernière, on constate que les raies du cuivre sont très marquées près de l'endroit où l'oscillation prend naissance. *Une seule oscillation est donc capable de produire et de rendre lumineuse de la vapeur métallique.* Mais cette vapeur de cuivre ne semble pas être entraînée par la décharge; ce sont seulement les deux raies

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 1040.

les plus fortes qu'on peut suivre par moment jusqu'au milieu de l'étincelle et il me semble qu'il y ait plutôt projection qu'entraînement.

Quant aux raies du calcium, elles sont très fortes près des bords aiguisés des plaques de cuivre, le calcium se trouvant comme impureté dans ce métal. Les raies H et K, bien visibles sur la photographie reproduite plus haut, montrent des maxima d'intensités très marqués; mais leurs maxima ne coïncident pas avec les oscillations comme ceux des raies du platine. Le premier maximum de H et K est situé un peu *avant* la première oscillation, d'où il résulte que *la vapeur du calcium est projetée des électrodes avec une vitesse plus grande que celle de l'oscillation même qui l'a produite.* En faisant la mesure, on trouve que la vapeur du calcium arrive au milieu de l'étincelle environ $\frac{1}{100000}$ de seconde avant les particules de l'azote qui transportent le courant électrique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Les sulfates de samarium.* Note de M. Camille Matignon.

J'ai déjà signalé l'existence des sulfates acides et basiques de praséodyme et de néodyme, indiqué leurs procédés de préparation et étudié quelques-unes de leurs propriétés (1).

Le sulfate de samarium peut aussi dans des conditions convenables donner naissance à un sel acide et à un sel basique.

Ce sulfate, additionné d'un excès d'acide sulfurique et évaporé dans le voisinage de 200°, laisse un résidu formé par de fines aiguilles du sel basique. On peut encore le préparer en dissolvant le sulfate neutre dans l'acide sulfurique bouillant; par refroidissement on obtient quelques aiguilles, mais la solubilité du sel à chaud est moindre que celle des sulfates de praséodyme et de néodyme. Ces aiguilles, séparées de l'acide sulfurique par décantation, puis étalées sur une lame de porcelaine dégourdie abandonnée dans un milieu sec, perdent peu à peu l'acide qui les imprègne. Le produit $(SO^4H)^3Sm$ ou $(SO^4)^3Sm^2 3SO^4H^2$ calciné pour être transformé en sel neutre a fourni les pertes suivantes :

	Calculée.	Trouvée : I.	Trouvée : II.
Perte $[(SO^4H)^3Sm$ en $(SO^4)^3Sm^2]$......	33,33	36,23	33,90

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 657.

Les analyses I et II correspondent au même produit traité l'un après un mois, l'autre après huit mois de séjour sur la plaque de porcelaine. On voit que l'acide ne disparaît que lentement.

Le sulfate neutre chauffé vers 1000° se transforme en sel basique $Sm^2O^3SO^3$ ou $SO^4(NdO)^2$, sel stable dans un intervalle de température assez étendu pour se décomposer ensuite au chalumeau en laissant un résidu d'oxyde.

$0^g,4881$ de sulfate normal ont laissé un résidu de sel basique de $0^g,3541$, soit une perte de $0^g,1340$:

	Trouvée.	Calculée.
Perte : $Nd^2(SO^4)^3$ en $SO^4(NdO)^2$.......	27,4	27,2

Le sulfate basique est une poudre amorphe, très faiblement jaune, insoluble dans l'eau et dans l'acide sulfurique étendu à froid.

La transformation du sel neutre en sel basique constitue une excellente méthode de détermination du poids atomique. L'invariabilité des poids du sulfate neutre et du sulfate basique aux températures de 500° et 1000° rend la méthode d'une sûreté remarquable et, par suite, d'une grande précision.

J'en ai fait l'application au samarium.

Le sulfate anhydre pesé après calcination au rouge sombre est ensuite décomposé vers 1000° dans un four électrique à résistance maintenu à température constante.

$0^g,7325$ de sulfate maintenus à 910° ont laissé un résidu invariable de $0^g,5335$. On en déduit pour le poids atomique la valeur 150,6 (O = 16).

Le même produit transformé à nouveau en sulfate neutre, puis en sel basique, a donné les mêmes nombres.

La vitesse de décomposition du sulfate est variable avec la température. A 910°, la décomposition de la quantité précédente a exigé 5 heures; elle est proportionnelle au temps. A 814°, le sel n'est pas encore décomposé.

D'autre part, d'après des études thermochimiques inédites, j'ai reconnu qu'il existe entre les chaleurs de formation des sulfates de deux éléments rares voisins une différence d'environ 11^{Cal}, excepté pour le praséodyme et le néodyme, où la différence est plus faible.

Si l'on envisage les deux réactions suivantes relatives à deux éléments voisins

$$(SO^4)^3Nd^2 \text{ sol.} = SO^4(NdO)^2 \text{ sol.} + 2SO^2 + O^2 + Q$$
$$(SO_4)^3Sm^2 \text{ sol.} = SO^4(SmO)^2 \text{ sol.} + 2SO^2 + O^2 + Q',$$

on peut prévoir entre les deux valeurs Q et Q′ une différence voisine des $\frac{2}{3}$ de 11^{Cal}, soit $7^{Cal},3$. Les deux systèmes précédents se dissociant en émettant trois molécules de corps gazeux devront présenter une différence de $\frac{7^{Cal},3}{3} \times 30° = 73°$ environ entre

leurs températures de dissociation sous la pression atmosphérique [1]. Ce calcul approché suppose l'anhydride sulfurique complètement dissocié aux températures de décomposition.

Si le même écart se maintient entre les températures de décomposition commençante, on peut prévoir, en travaillant à température constante, la possibilité de faire ainsi une analyse systématique d'un mélange de sulfates et d'en faire, en outre, la séparation grâce à la solubilité des sulfates neutres et à l'insolubilité des sulfates basiques.

J'ai commencé quelques essais dans cette voie en me servant d'un four électrique à résistance identique à celui employé par M. Berthelot [2]. La matière à décomposer est placée au centre du four dans une nacelle dont la longueur ne dépasse pas $3^{cm},5$, elle se trouve alors dans une zone étroite où la température est pratiquement la même en tous ses points.

Malgré l'insuffisance des appareils de réglage utilisés dans mes premiers essais, j'ai pu constater que le sulfate de néodyme se décompose déjà à 840° alors que le sulfate de lanthane ne l'est pas encore.

L'application du travail à température constante à l'étude comparée des composés des métaux rares me paraît devoir être l'occasion de progrès dans leur analyse et leur séparation.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxyde salin de nickel.* Note de M. **H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

Comme conséquences de leurs recherches sur les oxydes de nickel, dont l'exposé est précédé d'un résumé des travaux parus sur ce sujet, Bellucci et Clavari [3] concluent : 1° qu'en outre du protoxyde, le nickel ne forme qu'un oxyde supérieur NiO^2; 2° que l'existence du sesquioxyde Ni^2O^3 et celle de l'oxyde salin Ni^3O^4, souvent affirmées, doivent être bannies de la littérature, parce qu'on ne doit les considérer que comme des mélanges du protoxyde de NiO et de l'oxyde supérieur NiO^2.

Ayant été le premier à obtenir l'oxyde salin de nickel, et à donner les conditions de sa formation [4], je crois devoir réfuter l'erreur de Bellucci et Clavari, au moins en ce qui concerne ce composé.

---

(1) C. Matignon, *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 513.
(2) *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 819.
(3) *Atti R. Accad. dei Lincei,* 5e série, t. XIV, Chap. II, p. 214. Rome.
(4) *Comptes rendus,* t. LXXXVII, 1878, p. 1082.

Comme je l'ai montré, lorsqu'on chauffe du chlorure de nickel vers 350°-400° dans un courant d'oxygène, tout le chlore est déplacé et il se forme toujours un produit cristallisé en octaèdres, ayant rigoureusement la composition de l'oxyde salin Ni^3O^4 et de même allure générale que ceux de fer, de manganèse et de cobalt, qu'on peut préparer également par le même procédé.

Ces oxydes salins de fer, de manganèse et de cobalt, Bellucci et Clavari ne les nient pas et ne sauraient les nier. Or l'existence du même composé de nickel est tout aussi justifiée; car la formation régulière d'un corps cristallisé et de composition constante Ni^3O^4, par une méthode applicable de façon générale à la préparation des oxydes salins de tous les métaux du groupe, est une preuve plus que suffisante que, pour le nickel également, le produit obtenu est un composé défini et non pas un mélange. La seule différence entre l'oxyde salin de nickel et ceux des autres métaux, c'est qu'à une température élevée, le composé du nickel est détruit et transformé en protoxyde, sans retour possible à un degré supérieur d'oxydation.

D'ailleurs, Bellucci et Clavari, dans leurs essais de préparation des oxydes supérieurs de nickel, n'ont étudié que l'action des oxydants (persulfate, hypochlorite, etc.) sur le protoxyde du métal en milieu alcalin (soude ou potasse). Comme on ne saurait établir aucune corrélation entre ce procédé et celui que j'ai donné, leur affirmation de la non-existence de l'oxyde salin de nickel est sans aucune valeur.

CHIMIE. — *Action de l'acétylène sur l'acide iodique anhydre.* Note de M. **George-F. Jaubert**, présentée par M. H. Moissan.

L'acide iodique anhydre I^2O^5 est un oxydant énergique susceptible, dans certaines conditions et en présence de certaines substances, de perdre de l'oxygène avec mise en liberté d'iode.

Tel est le cas de l'oxyde de carbone, dont l'action sur l'acide iodique a particulièrement été étudiée; elle a lieu suivant l'équation

$$I^2O^5 + 5CO = I^2 + 5CO^2.$$

MM. Albert-Lévy et Pécoul ont basé sur cette réaction un procédé de dosage colorimétrique de l'oxyde de carbone qui consiste à faire passer l'air à analyser d'abord au travers d'une couche d'acide iodique anhydre, contenu dans un tube en U chauffé au bain-marie, puis à faire barboter l'air s'échappant du tube dans du chloroforme, qui dissout l'iode mis en liberté, et se colore en rouge. L'intensité de la teinte est appréciée au moyen d'une gamme de liquides colorés.

Il était intéressant de rechercher si le gaz acétylène aurait une action quelconque sur l'acide iodique anhydre.

Les essais ont été faits en prenant comme témoin la même expérience faite avec de l'air.

Voici le dispositif employé, qui est du reste analogue à celui de MM. Albert-Lévy et Pécoul :

Un tube en U contenant quelques grammes d'acide iodique anhydre est chauffé à 80° environ au bain-marie, et le gaz à examiner le traverse aspiré au moyen d'une trompe. Entre la trompe et le tube en U on interpose un tube barboteur contenant du chloroforme destiné à recueillir l'iode.

Un premier essai fait avec de l'air puisé à l'extérieur du laboratoire, pour éviter toute erreur, ne donna aucune réaction; le chloroforme se teinte en rose à peine visible.

Le même essai fait avec de l'air contenant quelques bulles d'acétylène donna instantanément non seulement une coloration carmin foncé, dans le tube à chloroforme, mais encore un abondant dépôt d'iode cristallisé sur les parois du tube en U contenant l'acide iodique.

Il ressort de toute une série d'essais que l'acétylène réagit énergiquement avec l'acide iodique anhydre et le réduit quantitativement suivant l'équation

$$I^2O^5 + C^2H^2 = I^2 + 2CO^2 + H^2O.$$

1^{vol} d'acétylène agit donc sur l'acide iodique avec la même intensité que 5^{vol} d'oxyde de carbone.

Dans ces conditions, il sera bon, avant de conclure à la présence d'oxyde de carbone, dans une atmosphère où l'on aurait fait la recherche de ce gaz toxique au moyen du procédé de MM. Albert-Lévy et Pécoul, de vérifier avant tout si des traces d'acétylène ne sont pas venues fausser l'analyse.

CHIMIE. — *Action du glucose sur l'acide sélénieux.* Note de MM. Œchsner de Coninck et Chauvenet, présentée par M. H. Moissan.

Nous mélangeons deux solutions aqueuses de glucose et d'acide sélénieux, et nous évaporons doucement; la liqueur prend une teinte rouge, et, finalement, il se sépare un sélénium rouge brun très divisé; lorsque l'évaporation a été conduite un peu plus vite, le sélénium prend parfois une teinte rouge hyacinthe. Nous avons observé les mêmes particularités en traitant, dans les mêmes conditions, une solution d'acide sélénique ($d = 1,33$).

Le sélénium ainsi produit est dans un état de division remarquable; il passe à travers des filtres doubles ou triples, et ne se dépose qu'avec une extrême lenteur. La liqueur est dichroïque, verdâtre par transparence, d'un rouge brun par réflexion. Quand tout le sélénium a été déposé, nous avons décanté une partie de la liqueur, bien limpide et colorée en jaune clair. Au bout de quelques jours, celle-ci a laissé déposer un sélénium rouge brun très peu dense. Nous pensons que c'est du sélénium

colloïdal; il se redissout partiellement dans l'eau, en effet, et la liqueur prend une teinte rouge prononcée, ressemblant à la solution d'une matière colorante. Il s'agglomère peu à peu, et alors sa faculté d'émulsion va en diminuant.

Si l'on évapore à feu nu le mélange des deux solutions de glucose et de SeO^3H^2, et qu'à un moment donné, on surchauffe légèrement la liqueur, le sélénium se dépose tout à coup; il se ramollit alors, sans précisément fondre, et se boursoufle énormément, en prenant la consistance de la cire à cacheter fondue. Dans cet état, l'eau froide le durcit sans l'attaquer; par contre, il se délaye dans l'eau chaude en se ramollissant de nouveau, puis il se divise en particules extraordinairement ténues, et s'émulsionne dans l'eau. Il est insoluble dans le sulfure de carbone pur à la température ordinaire.

La lumière diffuse est sans action sur cette émulsion; une insolation de quelques heures n'a eu aucun effet apparent.

Nous avons chauffé, à 85°-90° pendant plusieurs heures, l'émulsion aqueuse de sélénium; celui-ci ne s'est pas altéré. Mais, en portant la liqueur à l'ébullition pendant quelques minutes, nous avons vu se déposer un peu de sélénium noir.

Ce dernier est microcristallin et ne se dissout pas dans le sulfure de carbone pur; mais, au contact de ce véhicule, il prend des reflets rougeâtres. La lumière diffuse ne l'a pas altéré.

Conclusion. — Dans la réduction de l'acide sélénieux par le glucose, il se produit une variété de sélénium rouge amorphe, insoluble dans le sulfure de carbone pur, *dont l'état physique paraît tout à fait voisin de l'état colloïdal*, et qui se transforme partiellement, vers 100°, en sélénium noir.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz ammoniac sur le tribromure et le triiodure de phosphore.* Note de M. C. **Hugot**, présentée par M. A. Ditte.

Action du gaz ammoniac sur le tribromure de phosphore. — Cette réaction a lieu à très basse température. On la réalise en faisant agir le gaz ammoniac sur le tribromure de phosphore à une température un peu inférieure à — 70°. L'ammoniac est introduit dans l'appareil en très petite quantité à la fois, afin d'éviter tout échauffement. L'opération dure plusieurs heures.

Le tribromure se transforme en une substance solide composée de parties jaunes et de parties blanches.

De l'ammoniac est alors condensé dans l'appareil. Les parties blanches se dissolvent et il reste un corps jaunâtre amorphe. Le liquide qui surnage est décanté dans la seconde branche de l'appareil; puis le corps jaune est lavé avec le gaz ammoniac liquide comme cela a été indiqué dans des communications antérieures [1].

[1] Hugot, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XXI, 1900, p. 5.

Des analyses de ce corps jaune et de la masse blanche abandonnée par le gaz ammoniac liquide, il résulte que, dans l'action de ce gaz sur le tribromure de phosphore, il s'est formé de l'*amidure de phosphore* jaune et du tribromure d'ammonium ammoniacal, signalé par M. Troost [1].

Dans les limites de températures indiquées plus haut on aurait donc la réaction

$$15\,AzH^3 + PBr^3 = 3(AzH^4Br, 3\,AzH^3) + P(AzH^2)^3.$$

Le lavage doit être fait très rapidement, car ce corps jaune n'est stable qu'à de très basses températures.

En effet ce corps, bien isolé et lavé, abandonné à lui-même, à une température voisine de $-25°$, devient rapidement grisâtre. Cette teinte est due évidemment à la présence de deux corps. Puis, à $0°$, il commence à brunir, et, au bout de 24 heures, la transformation est complète. Elle est accompagnée de perte de gaz ammoniac.

Des pesées faites avant et après cette transformation donnent le poids de gaz ammoniac dégagé.

Ce corps brun est traité par l'acide azotique étendu dans des conditions telles qu'aucune trace de phosphore et d'ammoniac ne peut échapper. Le phosphore, transformé en acide phosphorique, est dosé à l'état de pyrophosphate de magnésium; l'ammoniac est déterminé par les méthodes ordinaires.

Cette analyse directe du corps brun donne des nombres qui oscillent autour de ceux correspondant à la formule $P^2(AzH)^3$. On aurait donc là de l'*imidure de phosphore*, qui proviendrait de la décomposition spontanée de l'amidure d'après la réaction

$$2\,P(AzH^2)^3 = P^2(AzH)^3 + 3\,AzH^3.$$

Sous l'action de la chaleur, l'imidure de phosphore se décompose lentement. On le constate en le chauffant à l'abri de l'air. Dans le vide, la transformation est plus rapide. Il ne se dégage que de l'ammoniac. Entre 250° et 300° il donne un corps rougeâtre qui, à son tour, se décompose partiellement, au rouge sombre, en phosphore et azote. La destruction n'est jamais complète. En ouvrant l'appareil à ce moment, on perçoit nettement l'odeur de phosphore, et l'on constate l'existence de fumées blanches d'anhydride phosphorique.

Action du gaz ammoniac sur le triiodure de phosphore. — Le triiodure de phosphore ne paraît pas être attaqué par le gaz ammoniac à des températures inférieures à $-65°$, mais il devient déliquescent et disparaît peu à peu dans l'atmosphère précédente lorsqu'on laisse la température s'élever lentement au-dessus de $-65°$. La substance prend, avant de se dissoudre, une teinte jaunâtre, qu'elle communique au liquide épais dans lequel elle baigne. A ce moment, on fait condenser de nouveau du gaz ammoniac. Cette addition ne modifie pas la coloration du liquide et ne lui apporte aucun trouble.

---

[1] Troost, *Comptes rendus*, t. LXXXVIII, p. 578.

Abandonné à la température ordinaire, le liquide brunit. Après 10 ou 12 heures, il laisse déposer une poudre très fine, brune, qui paraît un peu soluble dans le liquide et lui communique sa coloration.

Lorsque tout l'ammoniac qui peut partir à la température ordinaire s'est dégagé, on a un liquide épais tenant en suspension le corps brun. En faisant le vide dans l'appareil, on provoque un nouveau dégagement de gaz ammoniac, et il reste dans la branche qui contenait le liquide une masse composée du corps brun et d'une substance blanche. Le corps blanc est de l'iodure d'ammonium; le liquide stable à la température ordinaire est l'iodure d'ammonium ammoniacal de M. Troost.

Le corps jaune, qu'on entrevoit au moment de l'attaque du triiodure de phosphore et qu'on peut faire apparaître en provoquant la prise en masse de l'iodure ammoniacal $AzH^4I.3AzH^3$, est de l'amidure de phosphore. Ce liquide jaune brunit aussi très rapidement et laisse déposer une poudre brune qu'il est fort difficile, par des lavages, de séparer de l'iodure ammoniacal.

Conclusion. — En résumé, l'amidure de phosphore jaune, qui se forme lorsque l'ammoniac réagit sur le tribromure et le triiodure de phosphore à très basse température, n'est pas soluble dans le bromure d'ammonium ammoniacal. Il peut être isolé et donne, par décomposition lente, de l'imidure de phosphore. Il est, au contraire, très soluble dans l'iodure d'ammonium ammoniacal. Sa décomposition au sein de ce liquide s'effectue lentement et provoque la précipitation de l'imidure moins soluble que lui dans le même dissolvant.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les procédés employés par les Arabes pour obtenir des reflets métalliques sur les émaux.* Note de M. **L. Franchet**, présentée par M. H. Moissan.

J'ai indiqué récemment par quelles méthodes les reflets métalliques pouvaient s'obtenir sur les poteries en introduisant des sels d'argent, de cuivre et de bismuth dans des couvertes ou des émaux soumis à l'influence de gaz réducteurs, mais ce procédé ne paraît pas avoir été connu des Arabes qui, au IXe siècle, fabriquaient des porcelaines et des faïences à reflets, dans leurs ateliers de Syrie, d'Égypte et de Perse. Ils employaient des procédés particuliers qu'ils transmirent par la suite aux Maures d'Espagne, dont les chefs-d'œuvre nous furent révélés par les remarquables travaux du baron Davillier. A la fin du moyen âge, il exista en France des fabriques mauresques à Narbonne et à Poitiers; mais où les Maures eurent leurs meilleurs élèves, ce fut en Italie où la fabrication des reflets métal-

liques parvint, au XVI[e] siècle, à son apogée. Aujourd'hui encore, c'est aux Italiens que nous sommes redevables des faïences à reflets qui se font dans les fabriques du midi de la France.

Les procédés arabes et italiens nous ont été transmis en partie par deux manuscrits, dont l'un est au British Museum et l'autre au Musée de South Kensington.

Les Arabes n'incorporaient pas les sels métalliques dans leurs émaux, mais ils appliquaient un composé spécial sur l'émail préalablement cuit. Ces anciennes formules traduites en Chimie moderne correspondent à :

Formule arabe.		*Formule italienne.*	
Sulfure de cuivre	26,87	Sulfure de cuivre	24,74
Sulfure d'argent	1,15	Sulfure d'argent	1,03
Ocre rouge	71,98	Sulfure de mercure	24,74
		Ocre rouge	49,49

Les proportions d'argent et de cuivre, agents actifs des reflets, se trouvent donc sensiblement les mêmes dans chaque formule, mais les Italiens avaient diminué l'ocre rouge qu'ils remplaçaient partiellement par le cinabre, celui-ci jouant toujours, au moyen âge, un grand rôle dans les préparations chimiques : son action ici est nulle et n'empêche pas d'assigner aux deux formules une origine commune. Peut-être aussi l'emploi du cinabre résidait-il dans une ancienne tradition des Maures d'Espagne, qui ont pu en faire usage, primitivement, puisqu'ils en avaient abondamment autour d'eux.

Les mélanges de sulfures et d'ocre étaient broyés avec du vinaigre, ce qui en facilitait l'emploi, puis appliqués au pinceau sur l'émail déjà cuit. Cette tradition s'est perpétuée jusqu'à nos jours et, actuellement encore, les potiers italiens qui travaillent dans les faïenceries de Provence considèrent l'emploi du vinaigre comme indispensable, quoiqu'une matière visqueuse quelconque lui soit bien préférable.

C'est aussi dans la méthode employée pour la réduction des métaux que nous retrouvons une similitude absolue qui démontre incontestablement une même origine. Les Arabes faisaient usage du genêt vert dont les rameaux peuvent produire une fumée abondante : l'emploi de ce combustible s'est toujours continué en Espagne et en Italie; aujourd'hui il est exclusivement employé en Provence où la cuisson des reflets s'opère encore, comme il y a plusieurs siècles, dans une sorte de boîte cylindrique en terre, dont les parois sont percées d'une multitude de trous. Piccolpassi (1548) nous a laissé une bonne gravure de ce curieux appareil qui peut être avantageusement remplacé par nos moufles modernes.

Si les mélanges métalliques sont appliqués sur un émail de faïence, cuisant à 970°

(montre 09 de Seger) environ, leur cuisson doit se faire à 650° (montre 020), c'est-à-dire à une température inférieure à celle du ramollissement de l'émail, car, si la température est trop élevée, le mélange ocreux se soudera et ne pourra plus être détaché de la pièce. La réduction se fait ensuite, exactement comme pour les couvertes irisées; mais, lorsque les pièces sont retirées du moufle, elles se trouvent recouvertes d'un enduit ferrugineux qui s'enlève par frottement et laisse ainsi apparaître les reflets dans tout leur éclat.

Les reflets métalliques *sur émail* exigent donc deux feux : 1° feu de cuisson de l'émail; 2° feu de cuisson du mélange cuivreux ou argentifère et réduction, tandis que les couvertes irisées que j'ai décrites n'en demandent qu'un seul.

J'ai composé, suivant la méthode arabe, diverses formules qui, employées séparément ou combinées entre elles, permettent d'obtenir des gammes irisées extrêmement variées :

N° 1.		N° 2.	
Carbonate de cuivre	30	Carbonate de cuivre	28
Ocre rouge	70	Carbonate d'argent	2
		Ocre rouge	70

N° 3.		N° 4.	
Carbonate d'argent	3	Oxalate de cuivre	5
Sous-nitrate de bismuth	12	Carbonate d'argent	1
Ocre rouge	85	Sous-nitrate de bismuth	10
		Ocre rouge	84

N° 5.		N° 6.	
Sulfure de cuivre	20	Carbonate de cuivre	95
Protoxyde d'étain	25	Carbonate d'argent	5
Ocre rouge	55		

Le chlorure d'argent peut être substitué au carbonate et l'ocre jaune à l'ocre rouge.

J'ai broyé chaque mélange, séparément avec un peu de gomme adragante diluée dans l'eau et j'en ai fait l'application sur des faïences émaillées avec des émaux de composition différente dont le point de vitrification est de 990°. J'ai *réchauffé* ces pièces ainsi décorées, à 650°, et j'ai procédé à la réduction par les trois méthodes que j'avais employées pour mes couvertes irisées. J'ai obtenu des reflets métalliques identiques à ceux des Arabes et des Italiens et ces expériences m'ont permis d'observer que la présence du soufre libre ou combiné n'est pas nécessaire. J'ai, en outre, constaté que tous les sels inorganiques et organiques de cuivre et d'argent peuvent être employés; que l'addition d'ocre n'est pas indispensable (formule n° 6), et que le cinabre est sans action; que contrairement au principe admis par les céramistes, toute matière organique visqueuse peut être substituée au vinaigre, de même que l'emploi du genêt est

absolument facultatif. Quel que soit en effet le mode de production des gaz réducteurs, les reflets se forment avec la même intensité.

Cette intensité et la tonalité des irisations dépendent de la durée de la réduction et de la nature de l'émail sous-jacent. Les émaux à base colorante de cuivre, de fer, d'antimoine et de nickel, surtout en présence d'étain, sont les plus favorables au développement des reflets.

La nature des irisations varie suivant la juxtaposition ou la superposition des différents mélanges métalliques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de préparation du baryum.* Note de M. **Guntz**, présentée par M. Haller.

J'ai montré, il y a quelques années ([1]), que par calcination ménagée de l'amalgame de baryum dans le vide on pouvait obtenir un métal contenant 98,5 pour 100 de baryum.

J'ai varié depuis, de bien des manières, les conditions de cette préparation, sans cependant arriver à un état de pureté plus satisfaisant. La dissociation de l'hydrure de baryum pur chauffé dans le vide vers 1200° permet au contraire d'obtenir le métal chimiquement pur.

Voici comment il faut opérer : l'amalgame de baryum est chauffé dans le vide avec les précautions indiquées pour préparer le métal aussi pur que possible; on laisse alors rentrer lentement de l'hydrogène pur et sec que le métal absorbe rapidement : on maintient pendant plusieurs heures une température d'environ 900°, puis on chauffe plus fortement en s'arrêtant à la fusion de l'hydrure, ce qui arrive vers 1200°. Si l'on a soin d'employer une nacelle en fer à fond plat, et un poids de métal au plus d'une vingtaine de grammes, on obtient un hydrure exempt de mercure qui est très difficile à préparer autrement.

L'hydrure de baryum, sorti de sa nacelle, est placé dans un tube de fer fermé à une de ses extrémités que l'on chauffe progressivement jusqu'à 1200°, dans un tube de porcelaine où le vide est fait d'une façon continue. Vers 900° l'hydrogène commence à se dégager avec abondance, par suite de la dissociation de l'hydrure, mais la volatilisation du métal ne commence qu'après le départ des dernières traces d'hydrogène, et sa condensation se produit sur le tube protecteur en nickel d'où l'on ne peut le détacher à cause de son adhérence.

Pour arriver cependant à le recueillir facilement, j'ai employé l'artifice suivant : devant l'extrémité du tube de fer chauffé et sans le toucher, à l'endroit où se dégagent les vapeurs, on place un tube en acier poli refroidi par un courant d'eau; le baryum

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 872.

s'y dépose par sublimation lente, à l'état cristallisé et peut alors être détaché facilement.

On obtient ainsi du baryum d'un éclat blanc d'argent qui est alors absolument pur. J'ai trouvé dans diverses analyses :

Ba................	99,56 pour 100
Ba................	99,46 »

sans hydrogène dissous.

La densité du métal ainsi obtenu est de 3,78.

On peut remarquer que la densité du métal est inférieure à celle de son hydrure qui est 4,21.

Ce fait se présente également comme je l'ai vérifié pour le lithium et son hydrure.

La méthode de préparation que nous venons de donner pour le baryum nous a permis, avec la collaboration de M. Rœderer, de préparer également le strontium pur. Nous comptons l'appliquer à la préparation d'autres métaux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques nouveaux dérivés de l'acide phosphorique pentabasique* $P(OH)^5$. Note de M. P. Lemoult.

La recherche de dérivés pentasubstitués du phosphore m'a déjà conduit à l'obtention d'une série de composés du type $R'-O-P(AzHR)^4$ (avec $R' = CH^3$ ou C^2H^5 et $R = o$.tolyl ou as. m.xylyl) constituant les éthéro-bases phospho-azotées (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 409). L'action sur elles des acides organiques, en particulier de l'acide acétique (*loc. cit.*, p. 411) produit une transformation importante qui se traduit, sans perte d'amine, par la substitution au groupe alcoyle R' d'un groupe acidyle $R''-CO$: les composés formés, qui sont du type général $R''-CO-O-P(AzHR)^4$ entraînent en général, en cristallisant, de l'acide $R''-CO^2H$, comme les éthéro-bases entraînent de l'alcool $R'(OH)$.

Ces nouveaux composés, extrêmement peu solubles dans l'alcool, insolubles dans le benzène et l'éther sont très bien cristallisés, mais ont une tendance très marquée à perdre, même à température ordinaire, une partie de l'acide de cristallisation; à 100° cette perte est rapide et il ne reste que l'acide combiné. En contact avec de l'eau, ils lui cèdent de l'acide et se transforment rapidement, avec perte de 1^{mol} d'amide $R-AzH^2$, en dérivés acylamidés de l'acide o.phosphorique $PO(AzHR)^3$; avec les alcalis, cette décomposition est plus rapide encore. Traités par HCl, ces composés acidylés reproduisent les chlorhydrates des bases phospho-anilidées et la compa-

raison des deux formules

$$Cl - P \equiv (AzHR)^4, \qquad R'' - CO - O - P \equiv (AzHR)^4$$

montre que l'on peut envisager comme des sels organiques (acétates ou propionates) de ces bases, les composés qui font l'objet de cette Note et dont voici le détail :

1° $CH^3 - CO^2 - P \equiv [AzH - C^6H^4 - CH^3_2]^4, CH^3 - CO^2H = 574$
(*o*.toluidine et acide acétique).

Dans 35^{cm^3} d'acide acétique cristallisable bouillant, on introduit peu à peu 10^g de l'éthylo-base toluylée (point de fusion 114°); chaque addition donne lieu à un dégagement tumultueux de vapeurs d'alcool et d'acétate d'éthyle; la liqueur limpide dépose, en refroidissant, de très beaux cristaux incolores qu'on sépare et lave avec de l'éther anhydre. Rapidement séchés dans le vide, ils fondent à 221° et leur composition correspond à la formule ci-dessus (Ex. : Az trouvé, 9,98; calculé, 9,75); inodores au début, ces cristaux dégagent peu à peu l'odeur d'acide acétique; celle-ci devient très forte si l'on porte à 100° et au bout de 10 à 12 heures le poids de la substance, qui diminuait régulièrement, reste fixe; la perte totale est alors 10,55 pour 100 du poids initial (Théorie : 10,45 pour 100).

2° $C^2H^5 - CO^2 - P[AzH - C^6H^4 - CH^3_2]^4, C^2H^5 - CO^2H = 602$
(*o*.toluidine et acide propionique).

Ce composé s'obtient comme le précédent, mais avec l'acide propionique; la cristallisation au cours du refroidissement est beaucoup moins abondante, toutes proportions égales, on la facilite par des additions ménagées d'éther anhydre; on obtient ainsi de petits cristaux fondant à 203°, contenant 9,50 pour 100 d'azote (théorie 9,30), se décomposant vers 100° en perdant lentement de l'acide propionique.

En employant l'acide monochloracétique, au lieu des précédents : acétique et propionique, la réaction présente les mêmes apparences, mais à froid la masse entière se solidifie et l'extraction du produit formé exige de très longs lavages à l'éther qui entraînent tout l'acide non combiné et ne laissent qu'une masse confusément cristalline dont la teneur en azote s'élève à 10,35 alors que la formule

$$CH^2Cl - CO^2 - P \equiv [AzH_1 - C^6H^4 - CH^3_2]^4 = 548,5$$

exige 10,21 pour 100.

3° $CH^3 - CO^2 - P \equiv \left[AzH_1 - C^6H^3 \begin{matrix} \diagup CH^3_2 \\ \diagdown CH^3_4 \end{matrix}\right]^4, 1,5\, CH^3 - CO^2H$
(as. *m*.xylidine et acide acétique).

Si, comme on l'a indiqué plus haut, les composés étudiés ici résultent du

remplacement du groupe R′ par un groupe R″— CO, on doit obtenir le même corps avec deux éthérobases, par exemple méthylée et éthylée dérivant d'une même amine. Cette conception a été particulièrement vérifiée sur les éthérobases correspondant à l'as. *m*.xylidine : 10g de méthylobase (point de fusion, 98°) d'une part, 10g d'éthylobase phospho-xylidée (point de fusion, 107°) d'autre part, sont introduits dans 30cm³ d'acide acétique bouillant; la réaction a lieu comme au n° 1 et l'on trouve à froid dans les deux cas de belles paillettes incolores de plusieurs millimètres de dimensions, légèrement nacrées et fondant séparément ou ensemble à 210°, après lavage à l'éther et dessiccation. Les analyses correspondent à la formule donnée ci-dessus. Trouvé : C : 67,29 et 67,08; H : 7,63 et 7,48; Az : 8,69 et 8,38; P : 4,89 et 4,76. Théorie : 67,2, 7,42, 8,48, 4,69.

Dans aucun des deux cas, l'action de l'acide acétique ne libère d'as. *m*.xylydine, mais les produits obtenus donnent sous l'action de l'eau cette amine et le composé $PO(AzHC^8H^9)^3$; point de fusion, 225°.

4° et 5° $$CH^3 - CO^2 - P \equiv [AzH - C^6H^5]^4$$

et

$$C^2H^5 - CO^2 - P \equiv [AzH - C^6H^5]^4$$

(aniline avec acides acétique et propionique). Les éthérobases anilidées n'existant pas, le procédé ci-dessus ne peut être appliqué; mais par contre, on connaît la base elle-même $C^6H^5-Az=P\equiv(AzHC^6H^5)^3$ (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 1666); celle-ci mise en contact avec un des acides cités donne un sensible dégagement de chaleur, mais la liqueur ne cristallise pas; j'ai pu toutefois obtenir des composés cristallisés en liqueur acétobenzéno-éthérée : 5g de base sont dissous dans 10g d'acide acétique et l'on fait bouillir quelques instants, on étend de 50cm³ de C^6H^6 et l'on filtre, puis on ajoute 50cm³ d'éther anhydre; la cristallisation commence au bout de quelques instants et se poursuit très lentement; on en règle la vitesse, et les dimensions des cristaux, par des additions d'éther. Le composé acétoanilidé fond à 206°-207° et contient 12,21 pour 100 d'azote (théorie : 12,23); le composé propiono-anilidé fond à 240°; chauffés à l'air libre, par exemple au bloc Maquenne, ces deux corps deviennent opaques, perdent leur acide et finissent par fondre à 230° (point de fusion de la base génératrice : 232°).

En résumé, à la première série de composés éthérobases

$$R' - O - P(AzHR)^4,$$

correspond une seconde série de composés $R''-CO^2-P(AzHR)^4$, série plus étendue que la première puisque les termes $R = C^6H^5$ ont été obtenus seulement dans le deuxième cas.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses dans la série de l'heptanetriol symétrique* 1.4.7. Note de M. **J.-L. Hamonet**, présentée par M. G. Lemoine.

J'ai montré (¹) que les éthers-oxydes bromés ou iodés $RO(CH^2)^nX$ donnent des dérivés magnésiens $RO(CH^2)^nMgX$, si $n > 2$. J'ai indiqué le parti qu'on en peut tirer pour diverses synthèses, en particulier pour passer d'un glycol biprimaire normal à son homologue supérieur. En voici une nouvelle application :

Diméthoxyheptanol 1.7.4. — Si l'on fait tomber goutte à goutte 1^{mol} de formiate d'éthyle bien exempt d'alcool et bien desséché sur 2^{mol} de dérivé magnésien de l'iodométhoxypropane 1.3.$CH^3O(CH^2)^3MgI$, la réaction est très vive, surtout au commencement; la solution éthérée se remplit de flocons gommeux, qui adhèrent aux parois du ballon. Après traitement par l'eau glacée, additionnée d'acide acétique ou chlorhydrique, on épuise plusieurs fois le liquide aqueux avec de l'éther.

Le résidu laissé par distillation de cet éther contient, outre l'iodométhoxypropane non attaqué, un peu d'éther diméthylique de l'hexanediol 1.6 $CH^3O(CH^2)^6OCH^3$, un corps aldéhydique, probablement le méthoxybutanal 1.4 $CH^3O(CH^2)^3CHO$, sur lequel je reviendrai plus tard, et enfin un liquide bouillant à 141°-142° sous 21^{mm}. L'analyse de ce dernier a donné : carbone pour 100, 61,36 et 61,13; hydrogène pour 100, 11,21 et 11,31. Le calcul demanderait 61,36 et 11,36 pour le diméthoxyheptanol

$$CH^3O.CH^2.CH^2.CH^2.CHOH.CH^2.CH^2.CH^2.OCH^3.$$

La réaction peut donc être représentée par les formules suivantes :

$$2CH^3O(CH^2)^3MgI + HCO^2C^2H^5 = [CH^3O(CH^2)^3]^2CHOMgI + C^2H^5OMgI,$$

et ensuite par l'action de l'eau :

$$[CH^3O(CH^2)^3]^2CHOMgI + H^2O = [CH^3O(CH^2)^3]^2CHOH + MgIOH.$$

Le diméthoxyheptanol 1.7.4 est un liquide incolore, faiblement odorant, de saveur très amère. Refroidi par le mélange d'anhydride carbonique et d'acétone, il ne cristallise pas. Il bout sous la pression ordinaire sans décomposition à 246°-248°. Sa densité à 18° est de 0,969. La réaction qui lui a donné naissance ne permet guère, ce me semble, de douter de sa constitution. C'est donc le premier terme connu de la série de l'heptanetriol symétrique 1.4.7. Il sera le point de départ de nombreux dérivés.

Diméthoxychloroheptane 1.7.4. — On mélange peu à peu 1^{mol} de diméthoxychloro-

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 975.

heptanol avec un excès de trichlorure de phosphore, environ 1^{mol}. On refroidit d'abord, puis on achève la réaction au bain-marie. Ensuite on traite par l'eau. On aurait pu craindre, si les observations de Jarochenko n'avaient déjà reçu plus d'un démenti, que le trichlorure de phosphore n'agît sur la fonction alcool secondaire plutôt comme déshydratant que comme chlorurant. Il n'en est rien ici et presque tout le diméthoxyheptanol est transformé en 1.7-diméthoxy-4-chloroheptane

$$(CH^3OCH^2CH^2CH^2)^2CHCl.$$

C'est un liquide incolore, très mobile, d'une odeur assez agréable. Ile ne cristallise pas dans le mélange de neige carbonique et d'acétone. Il bout à 120° sous la pression de 16^{mm}. Densité à 18° : 1,001. L'analyse a donné : chlore pour 100, 18,94 et 18,96; calculé, 18,25.

Tribromoheptane 1.4.7 : $[CH^2BrCH^2CH^2]^2CHBr$. — On a saturé d'acide bromhydrique 1^{mol} de diméthoxyheptanol additionnée de son volume d'acide acétique, puis on a chauffé le mélange en tube scellé au bain-marie. Le tribromoheptane a été ensuite précipité par l'eau, séché et soumis à la distillation dans le vide. Il bout, en se décomposant un peu, à 184°-185° sous 19^{mm}.

C'est un liquide assez épais, que je n'ai pu faire cristalliser dans le mélange de neige carbonique et d'acétone, bien qu'il s'y solidifie. Densité à 18° : 1,775. L'analyse a donné : brome pour 100 : 70,07 et 70,09; calculé : 71,21; elle accuse donc le commencement de décomposition remarqué pendant la distillation.

Triiodoheptane 1.4.7 : $[CH^2ICH^2CH^2]^2CHI$. — L'acide iodhydrique gazeux agit très vivement même à froid sur le diméthoxyheptanol en donnant 2^{mol} d'iodure de méthyle et 1^{mol} de triiodoheptane 1.4.7.

Ce dernier est un liquide épais, un peu coloré; densité à 18° : 2,343; on ne peut malheureusement ni le distiller dans le vide sans décomposition, ni le faire cristalliser même à — 80°. Cependant sa composition répond bien à celle du triiodoheptane. L'analyse a donné : iode pour 100 : 79,11; calculé : 79,70.

Ce triiodoheptane 1.4.7 me permettra, je l'espère, de passer à l'heptane-triol, c'est-à-dire à la glycérine symétrique $[CH^2OHCH^2CH^2]^2CHOH$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés d'hydrogénation du carvacrol.* Note de M. LÉON BRUNEL, présentée par M. A. Haller.

J'ai antérieurement exposé (¹) comment, en appliquant à divers phénols la réaction d'hydrogénation catalytique au nickel, j'avais obtenu les alcools hydroaromatiques correspondants. J'ai signalé que le carvacrol s'hydrogénait régulièrement aux environs de 160° en fournissant un mélange de deux alcools isomères $C^{10}H^{20}O$.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1268, et *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXIII, p. 268.

L'exposé des résultats obtenus avec ce phénol fera l'objet de la présente Note.

L'appareil employé est identique à celui que j'ai décrit à propos de la préparation du cyclohexanol ([1]). Si l'on opère à une température voisine de 160° avec une vitesse d'écoulement du carvacrol de 4^g à l'heure et un débit d'hydrogène de 150^{cm^3} à la minute, il est nécessaire de passer à deux ou trois reprises le liquide à hydrogéner dans le tube pour obtenir la réaction complète. Le produit d'hydrogénation est formé d'une petite quantité de tétrahydrocymène et d'hexahydrocymène, la plus grande partie étant un mélange de deux alcools isomères de formule $C^{10}H^{20}O$, mélange bouillant entre 219° et 222°.

En opérant l'hydrogénation du carvacrol à température plus basse, aux environs de 120°, les résultats sont différents. Dans ce cas, le carvacrol s'écoule lentement à raison de 1^g à l'heure, la vitesse du courant d'hydrogène étant de 60^{cm^3} à la minute. Dans ces conditions, le liquide qu'on recueille est totalement hydrogéné après un seul passage dans le tube. Il bout exactement à 222°, c'est-à-dire qu'il est constitué par un seul des deux alcools du mélange précédent. Il n'y a d'ailleurs pas formation de carbures provenant de la déshydratation de l'alcool.

De ces faits il résulte que, à 115°-120°, l'hydrogénation catalytique est très active. Pour que le carvacrol soit entièrement transformé en alcool hexahydroaromatique, il faut que la durée du contact entre le mélange de carvacrol et d'hydrogène et le nickel soit suffisamment prolongée. D'autre part, les résultats différents obtenus aux deux températures montrent que, à 160°, une réaction secondaire voisine donnant naissance au deuxième alcool s'établit. Cette action consiste dans la formation transitoire de l'acétone correspondant au *carvacromenthol :* la *carvacromenthone* $C^{10}H^{18}O$. Dès 150°, des traces de cette acétone se forment par déshydrogénation catalytique d'une partie du carvacromenthol qui a pris naissance. Le liquide étant passé plusieurs fois dans le tube, la quantité de dérivé cétonique augmente. Comme cette carvacromenthone est, d'ailleurs, hydrogénée de son côté, elle peut donner naissance aux deux carvacromenthols stéréoisomères prévus par la théorie. J'ai déjà signalé une réaction semblable à propos de la préparation des thymomenthols ([2]).

Je désignerai sous le nom d'*α-carvacromenthol* celui de ces alcools dont le point d'ébullition est le moins élevé, 219° environ, et sous le nom de *β-carvacromenthol* le second isomère bouillant à 222°.

α-CARVACROMENTHOL. — Cet alcool a été extrait du mélange obtenu à 160° par de

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. VI, p. 205 et 208.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXL, p. 793.

nombreuses distillations fractionnées. Je n'ai pu l'obtenir complètement exempt du dérivé β. L'α-carvacromenthol ainsi isolé est un liquide huileux, incolore, d'odeur de thym et de safrol, bouillant vers 219° sous la pression normale.

β-CARVACROMENTHOL. — Cet alcool a été purifié en passant par son éther phtalique acide cristallisé dans l'alcool. Le β-carvacromenthol est un liquide huileux, incolore, d'odeur agréable de safrol et de menthe, de densité 0,918 à 0°, bouillant à 222° sous la pression normale, ne cristallisant pas à —10°. Il donne avec les acides des éthers bien définis.

FORMIATE DE β-CARVACROMENTHYLE $HCO^2-C^{10}H^{19}$. — Cet éther s'obtient en abandonnant à froid, pendant 24 heures, un mélange de β-carvacromenthol et d'acide formique, cristallisable en léger excès. Le formiate de β-carvacromenthyle est un liquide mobile, incolore, d'odeur agréable légèrement camphrée, de densité 0,954 à 0°, bouillant à 229° sous la pression normale.

ACÉTATE DE β-CARVACROMENTHYLE $CH^3-CH^2-CO^2-C^{10}H^{19}$. — J'ai préparé cet éther en chauffant à 130°, en tubes scellés, un mélange de β-carvacromenthol et d'acide acétique en excès. L'acétate du β-carvacromenthol est un liquide mobile, incolore, d'odeur forte; il a une densité de 0,933 à 0°. Il bout à 231°,5 sous la pression normale. Il ne cristallise pas à —10°.

SUCCINATE ACIDE DE β-CARVACROMENTHYLE $CO^2H-CH^2-CH^2-CO^2-C^{10}H^{19}$. — Cet éther a été préparé en chauffant à 100° le β-carvacromenthol avec de l'anhydride succinique en excès. Le succinate de β-carvacromenthyle cristallise de l'éther de pétrole en fines aiguilles, incolores, inodores, fusibles à 74°. Il est soluble dans les lessives alcalines diluées. Un excès d'alcali précipite l'éther à l'état de sel alcalin.

PHTALATE ACIDE DE β-CARVACROMENTHYLE $H-CO^2-C^6H^4-CO^2-C^{10}H^{19}$. — Cet éther, préparé comme le succinate acide, se présente, après cristallisation de l'alcool, en gros cristaux incolores, inodores, fusibles à 136°, solubles dans les lessives alcalines.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Quelques actions liquéfiantes et saccharifiantes sur l'empois d'amidon.* Note de M. P. PETIT.

La récente Communication de M. J. Wolff : *Sur quelques composés minéraux qui peuvent jouer le rôle de diastase liquéfiante du malt* m'engage à signaler un certain nombre d'essais que je me proposais de compléter avant de les publier.

Les infusions de malt se comportent vis-à-vis la teinture de gaïac comme des solutions de combinaisons ferreuses et ferriques, ou manganeuses et manganiques; le fer est certain, car si l'on incinère les flocons coagulés par ébullition de 1^l d'infusion de malt à 10 pour 100, on y peut doser du fer : $0^{mg},5$, tandis que le manganèse ne se montre que comme traces.

J'ai constaté d'abord que les combinaisons ferriques ou manganiques de

l'infusion de malt pouvaient être réduites par l'hydrogène. On opère dans une atmosphère de ce gaz et en ajoutant un volume connu de soude titrée à l'infusion contenant déjà des copeaux d'aluminium; après quelques instants une addition d'acide acétique neutralise exactement la soude ajoutée, puis on fait arriver de la teinture de gaïac. Aucune coloration ne se produit, alors qu'on en avait une forte avec l'infusion de malt initiale; mais avec une goutte d'eau oxygénée, une forte teinte bleue apparaît dans le liquide réduit. Celui-ci n'a plus d'action ni liquéfiante, ni saccharifiante.

Inversement, si l'infusion de malt donne une réaction faible au gaïac seul, et qu'on lui injecte de l'air après l'avoir légèrement alcalinisée, puis qu'on revienne à l'acidité initiale, on a au gaïac une teinte bleue beaucoup plus forte qu'avant l'oxydation. Si les opérations sont faites très rapidement et que l'acide employé soit l'acide lactique, le liquide liquéfie encore l'empois mais ne saccharifie plus; l'acide chlorhydrique ne laisse qu'une liquéfaction très réduite et l'acide citrique l'annule entièrement.

L'acide citrique empêche d'ailleurs la coloration bleue du gaïac et le citrate de fer ne la donne que très mal.

J'ai été ainsi conduit à essayer l'action des oxydes de fer ou de manganèse en présence soit d'albumine, soit d'infusions végétales dépourvues par elles-mêmes d'action liquéfiante et saccharifiante :

Une solution d'albumine sèche du commerce à 0,25 pour 100 est agitée avec un mélange à parties égales d'oxydes ferreux, ferrique et manganeux, puis filtrée. Au bout de quelque temps, le liquide se colore et se trouble. On filtre de nouveau et ce second filtrat donne avec la teinture de gaïac les mêmes réactions que l'infusion de malt, et 1^{cm^3} liquéfie, à 20° en 1 heure, 10^{cm^3} d'empois de fécule à 2 pour 100. Si on ajoute au liquide de l'asparagine, environ 2^{mg} à 3^{mg} pour 100^{cm^3}, on observe une liquéfaction plus rapide et une saccharification légère. Au bout de 24 heures, celle-ci est très notable et conduit à 0,05 de maltose pour les 10^{cm^3} d'empois utilisés.

De même, une solution d'albumine à 2 pour 100 additionnée de 2^{mg} d'acide lactique pour 100^{cm^3}, puis agitée avec un mélange d'oxydes ferreux et ferrique, donne, à 1^{cm^3} pour 10^{cm^3} d'empois, une saccharification sensible et une liquéfaction totale en moins de 1 heure à 20°.

De même encore l'albumine à 0,5 pour 100, additionnée pour 100^{cm^3} de 3^{mg} d'acide lactique puis agitée avec un mélange d'oxydes ferreux et ferrique dans un courant d'acide carbonique, donne, avec addition au liquide séché de 30^{mg} d'asparagine pour 100^{cm^3}, une liquéfaction totale à 20° et une saccharification sensible.

La durée de liquéfaction varie suivant l'acidité initiale et la quantité d'asparagine ajoutée au liquide filtré.

On obtient d'ailleurs pour la dose optima d'asparagine des chiffres variables suivant l'albumine employée, car celle-ci est plus ou moins acide et quelquefois même alcaline.

L'infusion aqueuse froide de farine de féverolles ne liquéfiait ni ne saccharifiait l'em-

pois de fécule à 2 pour 100. En ajoutant de l'acide lactique à dose de 1^{mg} pour 100^{cm^3} ou en agitant l'infusion avec de l'oxyde ferrique fraîchement précipité, on obtient la liquéfaction à 20° en moins de 1 heure et une légère saccharification de l'empois.

MINÉRALOGIE. — *Sur la présence de trachytes et d'andésites à hypersthène dans le Carbonifère de Corse.* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

Nous avons indiqué dans une Note récente (¹) l'existence en Corse d'importantes éruptions trachytiques (orthophyres) d'âge carbonifère, ayant donné naissance à de nombreux filons et coulées; ces dernières avec tufs trachytiques subordonnés s'observent en nappes dans la partie supérieure du Carbonifère d'Osani. En étudiant ces roches au point de vue pétrographique, nous y avons observé des types intéressants et notamment les trachytes à hypersthène qui font l'objet de cette Note.

Ces roches, de couleur claire, parfois caverneuses, rudes au toucher, ont l'aspect de laves récentes; sous leur position stratigraphique et, si l'on n'en recueillait des galets dans le verrucano permien du Monte Seunino, on pourrait facilement les prendre pour des roches volcaniques récentes.

Ces types présentent des modifications, du reste sans importance, dans leur structure; ils sont toujours à deux temps de consolidation bien tranchés, mais parfois le deuxième temps est constitué par des microlites extrêmement petits, formant des traînées fluidales contournant les phénocristaux; souvent la matière vitreuse est extrêmement abondante; ces deux derniers modes sont réalisés dans les coulées, tandis que dans les filons ou les cheminées il y a moins de différence entre les deux temps.

L'étude en lame mince montre ces roches formées de *sanidine*, *andésine-oligoclase*, *hypersthène*, *augite rare* au premier temps. Le second temps comporte des microlites d'*hypersthène* rares, d'*augite*, très peu de *magnétite*, et surtout de l'*orthose;* parfois un *plagioclase*. Il est à remarquer que les éléments blancs sont prédominants au deuxième temps.

L'hypersthène se distingue nettement. Nous avons réussi à en isoler de nombreux cristaux avec l'acide fluorhydrique. Les seuls cristaux nets sont ceux du premier temps; ils présentent les formes $m(110)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$ et les pointements $c^2(012)$. Ils sont souvent bien terminés.

(¹) J. Deprat, *L'origine de la protogine de Corse* (*Comptes rendus*, séance du 10 juillet 1905).

Le pléochroïsme bien net donne : n_g = vert pâle, n_m = jaunâtre, n_p = jaune rougeâtre clair; il est cependant peu intense, indiquant une variété voisine de la bronzite. Les extinctions sont longitudinales; la biréfringence ne dépasse pas 0,013. Ces caractères empêchent toute confusion avec les pyroxènes monocliniques.

L'hypersthène s'observe dans la plupart des trachytes carbonifères d'Osani; parfois cependant cet élément fait défaut. Dans certains types la roche est uniquement formée de *sanidine;* c'est le cas de filons observables sur la route de Vico au col de Sevi et près de Gradella (golfe de Porto). Je signalerai en même temps un *trachyte à riébeckite* intercalé dans les trachytes à hypersthène d'Osani, mais la riébeckite qui se montre en phénocristaux corrodés paraît faire partie d'enclaves arrachées en profondeur et ne doit pas entrer dans la véritable composition de la roche.

Les trachytes à hypersthène d'Osani passent à des variétés andésitiques par adjonction dans la pâte de microlites de plagioclase parfois abondants; mais nous ne pouvons nous occuper ici de ces formes de passage.

En résumé, la présence de roches volcaniques à pyroxène rhombique dans le carbonifère de Corse paraît un fait assez intéressant. Nous rappellerons que des gisements également paléozoïques de roches analogues ont été signalés en quelques points. Ainsi dans le Tyrol méridional, près de Klausen, on a signalé des porphyrites à enstatite (1); dans le Houiller de la Nahe (2) des types similaires ont été constatés. Aux environs de Figeac, M. Michel Lévy a décrit des basaltes à bronzite (mélaphyres) houillers (3). Enfin dans le Paléozoïque des Iles Britanniques on a signalé une série d'andésites à hypersthène, notamment les laves anciennes des Stapeley Hills (Shropshire) (4), du Vieux Grès rouge des Cheviots Hills (5), de Carn Boduan (Caernarvonshire), du Fifeshire (6), etc. On peut également en rapprocher l'andésite à enstatite dite *pierre de Bourran* dans le bassin houiller de Decazeville, étudiée par M. Gentil et signalée par divers auteurs (7).

---

(1) TELLER et V. JOHN, *Jahrb. k. k. geol. R.,* t. XXXII, 1882, p. 589.

(2) LOSSEN, *Jahrb. k. preuss. geol. Landesanst.,* Berlin, 1884.

(3) MICHEL LÉVY, *Comptes rendus,* t. CVIII, 1889, p. 597.

(4) WATTS, *Quart. Journ. geol. Soc. of London,* t. XLI, 1885, p. 539-543. — *Proceed. geol. Assoc.,* t. XIII, 1894, p. 337-339.

(5) PETERSEN, Kiel, 1884. — TEALL, *geol. Mag.,* 1883, p. 102-106; 146-152; 252-254.

(6) GUDD, *Quart. Journ. geol. Soc. of London,* t. XLIII, 1886, p. 425-427.

(7) BORGERON, JARDEL et PICANDET, *Étude géologique du bassin houiller de Decazeville* (*B. S. G. F.,* 3e série, t. XXXVIII, 1900, p. 739.

BOTANIQUE. — *Le* Raphia Ruffia, *palmier à cire.*
Note de M. **Henri Jumelle**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les *Raphia* sont des palmiers qui, au point de vue économique, sont déjà, depuis longtemps, intéressants à plusieurs titres.

Les jeunes inflorescences du *Raphia vinifera* de la côte occidentale d'Afrique fournissent un vin de palme, et des pétioles de la même espèce on extrait un piassava.

Dans le *Raphia Ruffia* de Madagascar, la partie la plus importante et la plus connue actuellement est l'épiderme supérieur des jeunes feuilles. Les faisceaux fibreux qui restent adhérents à la face interne de cet épiderme, lorsqu'on les sépare des autres tissus foliaires, lui donnent la résistance qui le fait utiliser sous forme de bandes ou de filaments.

Il serait possible que ce ne fût pas là encore tout l'intérêt de ce *Raphia Ruffia*. Ses fruits contiennent, dans leur péricarpe, une substance grasse qui a été étudiée récemment par M. Heckel; et nous pouvons, en outre, le signaler aujourd'hui comme un palmier à cire, qui, comme tel, serait à placer à côté de *Ceroxylon andicola*, ainsi que du *Copernicia cerifera*, qui donne la cire de Carnauba.

C'est M. Perrier de la Bathie qui vient d'avoir l'idée de préparer à Madagascar une assez grande quantité de cette cire. Il l'a obtenue sur les segments foliaires qui ont été débarrassés de leur épiderme supérieur pour la préparation du raphia.

Ces segments ont été desséchés, puis battus dans une grande toile, et il s'en est détaché la fine poussière blanche qui couvrait la surface. Cette poussière a été tamisée, puis jetée dans l'eau bouillante où elle s'est prise en masse.

Les deux pains que nous avons reçus, et qui pesaient chacun 500^g environ, étaient l'un brun et l'autre jaunâtre.

La substance est sèche, un peu brillante, légèrement grasse au toucher, assez facilement cassante, et alors à cassure nette et non granuleuse, mate. Tout en n'étant pas friable, elle est pulvérisée sans difficulté dans le mortier.

Elle a bien l'aspect d'une cire végétale et, en particulier, de la cire de Carnauba du commerce, et n'offre, par contre, aucune ressemblance avec

le produit de sécrétion de l'*Ophiocaulon firingalavense* que nous avons décrit autrefois, et que nous continuons à considérer comme une résine, bien plus que comme une cire, tout en nous réservant de revenir plus tard sur sa localisation dans la plante.

Sur le tout petit fragment de rameau d'*Ophiocaulon* que nous avions pu examiner nous n'avions pu, en effet, constater autrefois de substance d'excrétion ni dans les cellules de l'épiderme ni à la surface, et nous avions, dès lors, pensé que la résine devait accompagner le tanin dans les nombreuses cellules sécrétrices internes. Mais les échantillons un peu plus complets que nous avons étudiés depuis cette époque ont modifié notre opinion et nous ont permis de nous assurer que les cellules à tanin internes ne contiennent pas de résine. La substance sécrétée peut donc très bien être superficielle, sa formation étant localisée dans la partie basilaire et tubérifiée de la tige, que nous n'avons pas vue.

Il n'en reste pas moins vrai que l'excrétat d'*Ophiocaulon firingalavense* n'a aucun des caractères ordinaires des cires; et il en est tout autrement de celui du *Raphia Ruffia*.

Cette cire de *Raphia* est insoluble, ou excessivement peu soluble (dans les proportions de 1 à 6 pour 100) dans le chloroforme, l'éther sulfurique, l'éther de pétrole, l'alcool absolu, la benzine, le sulfure de carbone et l'acétone.

L'alcool bouillant seul la dissout, mais elle se précipite pendant le refroidissement. Si l'on jette le tout sur un filtre, il reste alors sur ce filtre une masse très blanche qui a la consistance de l'axonge. Mais, par la dessiccation, cette sorte de gelée devient une substance granuleuse et friable, conservant, du reste, sa blancheur.

La fusion lui redonne une coloration brune et la cire, fondue plusieurs fois, est marron foncé, brillante à la surface, de nouveau compacte et à cassure nette.

La densité est de 0,950 environ et le point de fusion de 82°.

Approchée d'une flamme, cette cire fond sans s'enflammer, comme la cire de Carnauba. La partie qui n'a pas encore coulé reste dure; la partie en fusion se malaxe mal et s'effrite plutôt entre les doigts, sans viscosité.

Les acides chlorhydrique, azotique et sulfurique sont sans action.

Ce produit d'un palmier d'une de nos colonies françaises est-il réellement utilisable ? Des essais industriels pourraient seuls nous renseigner avec certitude à cet égard. Mais il offre, par ses caractères généraux, une telle ressemblance avec les cires végétales déjà employées qu'on peut l'espérer. Et nous croyons qu'il était d'autant plus à signaler qu'il peut être obtenu aisément, puisqu'il est retiré de feuilles qui sont déjà récoltées pour la préparation du raphia, et qui ne représentent plus, actuellement, qu'un déchet, quand ce raphia a été détaché.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur une variation importante du tubercule du* Solanum Maglia *Schlecht*. Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. G. Bonnier.

Dans une précédente Communication (21 novembre 1904) j'ai fait connaître comment M. Labergerie a obtenu, à Verrières, dans le département de la Vienne, du *Solanum Commersoni* Dunal, que je cultivais depuis 6 années consécutives, au jardin botanique de Marseille, sans modification du type spécifique, des variations rapides et profondes, tant dans le système végétatif que reproducteur; le tubercule, notamment, avait été profondément modifié dans ses dimensions, sa couleur, sa saveur et sa vestiture; il était devenu comestible et, finalement, il s'était formé quatre variétés violette, jaune, rose et blanche issues du tubercule jaune initial ([1]). La plus remarquable est la variété violette, où certains agriculteurs crurent à tort voir une variété du *Solanum tuberosum*, connue sous le nom de *géante bleue*. Et cependant l'origine de cette variété ne fait pas de doute pour moi qui ai vu sortir, au jardin botanique, des tubercules de la variété violette, des pieds reproduisant le type *Commersoni* le plus pur par un retour bien naturel et qui ai vu, à Verrières, chez M. Labergerie, sur les pieds transformés tous les passages du fruit cordiforme de *Sol. Commersoni* au fruit sphérique de *Sol. tuberosum*.

Poursuivant mes recherches sur les variations et leurs causes, et bien que j'eusse déjà inutilement cultivé en Provence *S. Commersoni, Maglia, Fenzleri, Ohrondi* et *stolonifera*, je résolus de reprendre ces cultures dans d'autres conditions et en me rapprochant de ce que j'avais observé dans la Vienne et je commençai par *S. Maglia*. Au commencement de 1905, j'avais reçu simultanément de MM. de Vilmorin, qui cultivent cette espèce depuis longtemps, et de M. Sutton de Reading, des tubercules violacées et jaunes de *S. Maglia*. Plantés dans la serre chaude, en vases contenant les engrais habituels (superphosphate, chlorure et nitrate de potasse), ces tubercules donnèrent de belles plantes, dont l'identité spécifique fut établie par la floraison avec *Sol. Maglia*. En fin avril, beaucoup d'entre elles n'esquissaient pas encore de formations tubéreuses, je résolus de les mettre en pleine terre, hors de leur pot initial, dans

([1]) Il est remarquable de voir que les variations dans les tubercules portent tout d'abord sur le coloris de la peau et même de la chair, comme j'ai pu le constater sur ceux de l'*Oxalis crenata*, du Topinambour, de la Patate, où l'on trouve, comme dans l'espèce humaine, des races à peau rouge, jaune, blanche et noire ou violet foncé.

un carré de terre où j'avais déjà cultivé depuis l'année précédente et où vivaient à ce moment un certain nombre de pieds connus sous le nom de *Sutton discovery, North Star* et *Édouard VII*, toutes variétés de la pomme de terre ordinaire dont j'avais besoin, à raison de la fécondité de leurs anthères, pour opérer des croisements (qui ont parfaitement réussi) entre *Solanum tuberosum* père et *S. Commersoni* mère. Les courtillières et des accidents divers ne me laissèrent subsister qu'un pied de *Maglia* issu d'un tubercule jaune. Au mois de novembre dernier, ce pied m'a donné, groupés à sa base, sans stolons, cinq tubercules en état de profonde variation et tous de couleur violet rouge. Tandis que les tubercules plantés pesaient 4^{g} à 5^{g} et mesuraient $2^{cm},5$ de long, ceux que j'ai recueillis mesuraient entre 5^{cm} et 9^{cm} et pesaient de 30^{g} à 130^{g}, les lenticelles ont disparu; la chair a cessé d'être aqueuse et amère ou sans saveur, elle est devenue plus compacte, plus chargée de fécule, les yeux se sont développés, le tubercule est comestible. En un mot, cette variété de *Maglia* rappelle tout à fait celle obtenue à Verrières, en 1901, du *Solanum Commersoni*, dont j'avais envoyé les tubercules jaunes types à M. Labergerie. Ce résultat, que je n'avais jamais obtenu durant mes cultures dans une terre vierge, me conduit à admettre que c'est au voisinage des tubercules de *Sol. tuberosum* et à leur influence sur la terre ambiante, qu'il faut attribuer ces variations. Il est évident qu'il y a ici une action d'ordre non cultural et que, selon toute probabilité, il s'est produit le même phénomène symbiotique rappelé récemment par M. Bonnier, à la Société nationale d'Agriculture de France, au sujet de la pomme de terre ordinaire, dont Clusius ne put obtenir des tubercules, sur des pieds venus de graines, qu'avec l'aide d'un peu de la terre environnant ces tubercules. Je vais continuer, sur toutes les espèces sauvages tubérifères que je pourrai me procurer, la même expérience que je poursuis du reste sur les tubercules en état de variation et je serais heureux que les détenteurs de mêmes espèces tubérifères voulussent bien répéter mes essais pour les soumettre, à raison de leur importance et de leur signification, à un contrôle sérieux et multiple. MM. de Vilmorin et Sutton sont bien placés pour les renouveler.

En tout cas, telle qu'elle est, du moins, mon expérience servira à justifier l'opinion d'A. de Candolle, qui voyait (ce dont il a été beaucoup critiqué), dans *S. Maglia* du Chili et du Pérou, l'espèce sauvage dont était issue notre pomme de terre cultivée. Le fait n'était cependant pas douteux historiquement, au moins en partie, et aujourd'hui je l'ai prouvé expérimentalement. Il est probable que le tubercule, objet de la variation qui fait la matière de cette Note, ressemble à quelque variété connue et cultivée de notre pomme de terre ordinaire, comme il en est advenu pour la variété violette du *Sol. Commersoni*. Ce fait n'a rien de surprenant, car il n'est plus douteux (et la preuve en est faite maintenant) pour la plupart des auteurs qui se sont occupés de la partie, au point de vue historique, que les deux espèces *S. Commersoni* et *S. Maglia* ont contribué à la formation des nombreuses variétés cultivées de la pomme de terre attribuées toutes indifféremment, jusqu'à ce jour, au *S. tuberosum* L.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'emploi favorable du manganèse comme engrais.* Note de M. **Gabriel Bertrand**, présentée par M. E. Roux.

Mes recherches sur les oxydants et, d'une manière plus spéciale, sur la constitution chimique de la laccase ont démontré l'importance physiologique du manganèse (¹). Ce métal, dont la présence chez les végétaux et, à plus forte raison, chez les animaux où il est encore moins abondant, était considérée comme fortuite ou accessoire par la majorité des physiologistes, est rentré depuis dans la liste des éléments indispensables au fonctionnement de la cellule vivante.

Une conséquence d'un intérêt pratique peut-être considérable est résultée de cette notion nouvelle. Je l'ai fait connaître au Congrès international de Chimie appliquée, tenu à Berlin en 1903 : c'est l'emploi du manganèse comme agent fertilisateur du sol (²).

Il ne suffit pas, comme Sachs l'avait déjà fait observer (³), de fournir à un végétal des éléments nutritifs quelconques pour obtenir le maximum de récolte. Il faut lui donner à la fois tous les éléments nécessaires et dans une proportion convenable. L'absence ou l'insuffisance d'un seul arrête ou diminue la croissance.

Cette observation, que la pratique agricole vérifie d'une façon si évidente lorsqu'il s'agit des éléments : carbone, azote, phosphore, potassium, etc. qui entrent en grande quantité dans la composition chimique du végétal, c'est-à-dire des éléments plastiques, doit être vraie également pour ceux, comme le manganèse, dont on ne trouve que des traces et qui, en raison de leurs fonctions spéciales, peuvent être appelés les *éléments catalytiques*.

On est ainsi conduit logiquement, par la connaissance de la laccase, à essayer les combinaisons du manganèse comme engrais.

Des expériences de laboratoire, dans des solutions nutritives, des pots ou

(¹) J'ai développé cette idée dans une conférence au laboratoire de M. Moissan : *Le manganèse dans la nature,* publiée par la *Revue générale de Chimie,* t. VIII, 1905, p. 205-217.

(²) *Berich. int. Kongress zu Berlin,* t. III, p. 839.

(³) *Physiologie végétale,* édition française, Paris, 1868.

des casiers de petite surface, ont déjà fait ressortir l'influence favorable du manganèse introduit dans les milieux de culture. Elles ont été publiées, au cours de ces dernières années, par Lœw et quelques-uns de ses élèves : Aso, Nagaoka et Sawa ([1]), par Kanter ([2]), par Hill ([3]), par Gössl ([4]), par Passerini ([5]). Ces expériences, entreprises soit avec des moisissures, soit avec des plantes phanérogames, ont, en outre, vérifié ce fait, prévu théoriquement, qu'il suffit d'employer une proportion extraordinairement petite de métal pour obtenir des résultats appréciables.

C'est même là, en se plaçant au point de vue économique, un caractère très intéressant du nouvel engrais; il permet d'espérer, avec une dépense très réduite, une augmentation importante de la récolte.

Par contre, on peut se demander s'il ne tend pas à limiter le nombre de cas où son application peut être efficace. Toutes les terres arables renferment, d'après les analyses de Leclerc ([6]), une proportion notable de manganèse. Peut-on compter, dès lors, retirer un bénéfice quelconque de l'addition de quelques nouveaux millionièmes de métal? C'est ce que l'expérience, faite dans les conditions de la grande culture, permet seule de résoudre. Je m'en suis préoccupé cette année et voici les résultats encourageants que j'ai obtenus avec le concours d'un agronome éclairé, M. L. Thomassin.

Il s'agit d'une culture d'avoine, commencée en fin février. La couche arable, d'une grande profondeur, était formée de terre argileuse, très faiblement calcaire, dans laquelle j'ai dosé, par trois épuisements à l'acide chlorhydique concentré et chaud, 0,057 pour 100 de manganèse. Une partie seulement de ce manganèse était soluble dans l'acide acétique bouillant au centième : 0,024 pour 100.

L'expérience a été faite sur deux surfaces carrées, égales à tous points de vue, de 20 ares chacune. Ces surfaces ont reçu les engrais habituels, dans les mêmes proportions, mais l'une d'elles a reçu, en plus, une quantité de sulfate de manganèse desséché, correspondant à 50^{kg} par hectare. Ce sulfate, exempt d'impuretés, pour avoir plus de certitude dans les résultats, renfermait 31,68 pour 100 de manganèse. Chaque mètre carré de terre avait donc reçu environ $1^{g},6$ de métal.

([1]) *Bull. of the College of Agriculture of Tokio,* t. V et VI, 1903 et 1904.
([2]) *Thèse,* Saint-Pétersbourg, 1903.
([3]) *Journ. of the royal agricultural Society of England,* t. LXIV, 1903, p. 348.
([4]) *Beiheft. Bot. Centralblatt,* t. XVIII, p. 119-132.
([5]) *Bolletino dell' Istituto agrario di Scandicci,* 2e série, t. VI, 1905, p. 1-14.
([6]) *Comptes rendus,* t. LXXV, 1872, p. 1209-1214.

La récolte a eu lieu au commencement du mois d'août. Jusque-là l'aspect des deux surfaces est resté sensiblement le même : les pesées seules ont accusé de notables différences. On a, en effet, obtenu :

Sans manganèse :

Poids total		1290^{kg}	soit à l'hectare	6450^{kg}
Après battage	grains	518	»	2590
	paille et balles	768	»	3840

Avec manganèse :

Poids total		1580^{kg}	soit à l'hectare	7900^{kg}
Après battage	grains	608	»	3040
	paille et balles	968	»	4840

Les différences en faveur du manganèse sont donc :

Pour l'ensemble de la récolte	22,5 pour 100 (¹)
Soit pour le grain	17,4 »
» la paille	26,0 »

L'examen comparatif des grains a donné les chiffres suivants :

	Sans manganèse.	Avec manganèse.
Poids de l'hectolitre	44^{kg}	46^{kg},5
Eau à +110°	17,48 pour 100	16,85 pour 100
Cendres	2,82 »	2,88 »
Manganèse	0,000004	0,000004
Azote total	1,61	1,58

Ces résultats, qui sanctionnent d'une manière si inattendue mes recherches sur la laccase, ne sont pas seulement encourageants au point de vue de l'emploi agricole du manganèse. Ils indiquent une nouvelle voie à suivre dans l'étude des causes auxquelles est attribuable la fertilité du sol et autorisent à essayer, au même titre que le manganèse, tous les éléments rares : bore, zinc, iode, etc., dont on est en droit de supposer le rôle physiologique (²).

(¹) Dans les expériences d'Aso, exécutées avec du riz, les augmentations de rendement ont monté jusqu'à 42 pour 100.

(²) J'ai proposé pour ces engrais le nom d'*engrais complémentaires;* on pourrait tout aussi bien les appeler *engrais catalytiques*.

PHYSIOLOGIE. — *L'assimilation de l'acide carbonique par les chrysalides de Lépidoptères.* Note de Mlle **Maria von Linden**, présentée par M. Alfred Giard.

En 1883, Engelmann trouva une *Vorticelle* diffusément colorée en vert, qui avait la faculté d'absorber et de décomposer l'acide carbonique contenue dans l'eau et qui dégageait de l'oxygène sous l'influence de la lumière. C'était pour la première fois qu'on voyait une cellule animale assimilant l'acide carbonique de la même manière que les plantes, mais sans être aidée de cellules végétales, comme cela a lieu dans de nombreux cas de symbiose de Protozoaires avec des Algues.

Un hasard m'a poussée à des recherches sur ce sujet. J'avais trouvé que les chrysalides de Lépidoptères (Vanesses) supportaient facilement un séjour dans une atmosphère d'acide carbonique même concentrée, qu'elles y perdaient moins de leur poids que dans des conditions normales, qu'elles devenaient même plus lourdes, tandis que l'acide carbonique diminuait de volume. Je me demandais si les chrysalides pouvaient profiter de l'acide carbonique à la manière des végétaux. De nombreuses analyses (environ 400) des produits respiratoires de chrysalides et de chenilles de divers Lépidoptères m'ont amenée à la solution de cette question intéressante.

J'ai expérimenté avec les chrysalides de *Papilio podalirius*, *Sphinx euphorbiæ* de *Lasiocampa pini* et avec les chenilles de *Botys urticata* et de *Vanessa urticæ*.

La respiration de ces insectes a été étudiée dans des pipettes de forme cylindrique de différentes grandeurs, les pipettes étaient allongées en tube aux deux bouts et portaient des robinets en verre qui fermaient hermétiquement. Les insectes furent introduits dans la pipette par une ouverture à la partie cylindrique de l'appareil qui se fermait hermétiquement par un bouchon en verre. Les chrysalides ou chenilles passées dans la pipette, celle-ci fut mise en communication avec le gazomètre contenant le mélange de gaz désiré. Aussitôt que l'air dans la pipette fut déplacé par le mélange de gaz entré sous pression, une pipette graduée de Hempel fut mise en communication avec l'autre bout de la pipette respiratoire. Après avoir recueilli 100^{cm^3} du mélange de gaz contenu dans la pipette respiratoire, je fermai les deux robinets, je supprimai la communication avec le gazomètre et avec la pipette graduée, et j'abandonnai les chrysalides à l'expérience, ayant auparavant établi dans la pipette respiratoire la pression barométrique normale en rouvrant un des robinets pour une seconde.

L'analyse du gaz recueilli dans la pipette graduée répondait à la composition procentaire de l'atmosphère au milieu de laquelle se trouvaient les chrysalides. En rapportant les résultats obtenus sur 100^{cm^3} au volume entier dans la pipette respiratoire et à la température, pression et tension normale, il était possible de dire combien l'atmosphère dans la pipette respiratoire contenait de O, de Az, de CO^2 au commencement de l'expérience.

La différence de ces résultats avec ceux obtenus de la même manière à la fin de l'expérience indiquait le changement que l'atmosphère de la pipette avait subi par suite de la respiration des chrysalides.

Pour la plupart des expériences, je me servais d'un mélange d'air atmosphérique et d'acide carbonique de 5 à 30 pour 100. Les chrysalides restaient enfermées pendant 2 à 24 heures dans la pipette. Le volume de gaz à leur disposition avait presque toujours diminué à la fin de l'expérience et les changements dans la composition de l'atmosphère respirée étaient les suivants : lorsqu'on se servait de l'air atmosphérique pur, j'ai trouvé que la production d'acide carbonique par les chrysalides était plus grande la *nuit* que le jour. Le rapport entre l'oxygène consommé et l'acide carbonique exhalé était pendant la respiration de jour $\frac{CO^2}{O^2} = 0,664$ en moyenne, 0,561 en minimum et 0,730 en maximum; pendant la nuit $\frac{CO^2}{O^2} = 0,76$ en moyenne, 0,644 en minimum et 0,844 en maximum. Pendant l'hiver, j'ai même trouvé pour la respiration journalière le rapport $\frac{CO^2}{O^2} = 0,6 - 0,0$ (chrysalides de *P. podalirius*), ce qui veut dire qu'en hiver la production de CO^2 peut complètement faire défaut.

Quand l'atmosphère contenait de l'acide carbonique, on observait souvent une absorption de ce gaz accompagnée au printemps suivant d'une exhalation d'oxygène. En hiver, en 113 expériences, CO^2 a été absorbé 37 fois, mais il n'y eut que 4 fois un dégagement d'oxygène. En 116 expériences au printemps (mars-juin) il y avait 63 fois absorption de CO^2 et 60 fois exhalation de O.

Ce processus d'assimilation eut plus souvent lieu le jour que la nuit. En 17 expériences *de jour* les chrysalides de *P. podalirius*, série II, absorbèrent $5^{cm^3},36$ de CO^2. En 18 expériences *de nuit* elles absorbèrent $2^{cm^3},50$.

L'exhalation d'oxygène était dans le jour...........		$10^{cm^3},7$
»	» la nuit...........	$1^{cm^3},41$

La respiration était au contraire plus forte la nuit que le jour. Les chrysalides avaient consommé en *oxygène* en 17 expériences *de jour* $0^{cm^3},20$.

En 18 expériences de *nuit*, 15^{cm^3}.
Elles avaient exhalé $4^{cm^3},31$ d'acide carbonique le jour;
Elles avaient exhalé $11^{cm^3},46$ d'acide carbonique la nuit.
Pour une seconde série j'eus les données suivantes :

	cm³
Absorption de CO^2 en 13 expériences de jour.......	10,34
» » 8 » de nuit.......	1,24
Exhalation de O en 13 expériences de jour.........	8,56
» » 8 » de nuit.........	2,70
Absorption de O en 13 expériences de jour....	9,41
» » 8 » de nuit.........	21,34
Exhalation de CO^2 en 13 expériences de jour.......	9,00
» » 8 » de nuit.......	21,02

Le rapport entre l'acide carbonique absorbé et l'oxygène exhalé était pour la série II, $\frac{CO^2}{O^2} = 0,812$; pour la série III, $\frac{CO^2}{O^2} = 1,028$.

Le rapport entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique dégagé était pour la série II, 0,998; pour la série III, 0,986.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur le parallélisme entre le phototropisme et la parthénogenèse artificielle.* Note de M. **Georges Bohn**, présentée par M. Alfred Giard.

M. Giard a provoqué la parthénogenèse de certains œufs (Astéries) en les desséchant avec du papier buvard et en les replaçant ensuite dans l'eau ([1]), et a montré que les solutions salines et l'acide carbonique agissent également comme déshydratants. La privation d'eau, qu'elle soit obtenue par un procédé physique ou par un procédé chimique, déterminerait un état de ralentissement vital de l'œuf ou d'*anhydrobiose*, après lequel l'action excitante de l'eau deviendrait maxima et pourrait produire la *parthénogenèse*.

Les animaux supra-littoraux, lorsque la mer reste à des niveaux peu élevés, peuvent subir eux aussi, soit une dessiccation physique, soit une déshydratation chimique, et entrer ainsi dans un état d'*anhydrobiose*, dont ils sortent lorsque la mer revient jusqu'à eux : les manifestations

([1]) Giard, *Sur la parthénogenèse artificielle par dessèchement physique* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 16 avril 1904).

vitales deviennent alors excessivement intenses, les attractions par les surfaces d'ombres sont très prononcées, et il en résulte un *phototropisme négatif des plus marqués*.

1° Les *Littorina rudis* subissent, en été, pendant les périodes de morte-eau, sur les rochers supra-littoraux de Wimereux fortement insolés, une dessiccation très intense, sous l'influence de laquelle ces Mollusques s'enferment dans leurs coquilles pour y mener, sous l'opercule, une vie ralentie en milieu confiné. Cet état d'anhydrobiose cesse dès que la mer vient recouvrir les rochers, c'est-à-dire au début des grandes marées ([1]). Les Littorines sortent alors de leur torpeur, se mettent à ramper sur les rochers humides, subissent, sans pouvoir s'y soustraire, les attractions des surfaces d'ombre, suivent des chemins qu'on peut tracer à l'avance en appliquant les règles de la composition des forces en mécanique, se dirigent fatalement en quelque sorte vers les régions les plus obscures.

2° Les *Hediste diversicolor*, des estuaires saumâtres du Boulonnais, se comportent de même, mais sous l'influence des variations de salure de l'eau.

3° Les *Harpacticus fulvus* (Fischer) subissent, en été, pendant les périodes de morte-eau, dans les mares supra-littorales de Concarneau, dont l'eau non renouvelée est le siège de putréfactions organiques (débris de poissons), une intoxication intense, par CO^2 et d'autres produits de désassimilation animale, sous l'influence de laquelle les mouvements de ces Crustacés se ralentissent beaucoup. Cet état cesse dès que les vagues des grandes marées viennent balayer les impuretés et renouveler l'eau. Les Copépodes se mettent alors à nager très activement et en quelques instants se portent en masse du côté opposé à la surface la plus éclairée : dans un cristallisoir disposé devant une fenêtre, on les voit s'assembler à l'extrémité du diamètre perpendiculaire à cette fenêtre et tourbillonner sur place; on les voit également se grouper dans les ombres portées sur le fond en tourbillonnant ([2]).

Ainsi donc, chez ces Mollusques, Annélides et Crustacés supra-littoraux, qui ont subi, certains la dessiccation physique, d'autres la déshydratation par le sel, d'autres la déshydratation par CO^2, etc., les phénomènes sont essentiellement les mêmes : au moment de la reprise de l'activité vitale sous l'influence de l'eau, les mouvements excessivement actifs de ces animaux sont uniquement d'origine oculaire, se font suivant des lois précises vers les ombres, et peuvent être prédits un peu à la façon des phénomènes astronomiques.

Il y a plus : ces phénomènes eux-mêmes sont liés d'une façon absolue à la périodicité vitale déterminée par les oscillations de la marée : si l'on isole

---

([1]) Bohn, *L'anhydrobiose et les tropismes* (*Comptes rendus*, 14 novembre 1904).

([2]) Bohn, *L'influence des variations du degré de pureté de l'eau sur le phototropisme* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 16 décembre 1905).

les animaux de leur habitat naturel, on les voit, dans les cristallisoirs, au moment précis où les vagues viennent recouvrir, après la morte-eau, cet habitat, bien que l'eau pure n'arrive pas dans ces cristallisoirs, bien que la dessiccation ou l'intoxication y persistent, on les voit sortir de leur torpeur et se diriger, avec une précision mathématique, vers les ombres.

Les idées de M. Giard sur l'anhydrobiose, qui ont jeté une vive lumière sur beaucoup de phénomènes biologiques, qui ont permis de comprendre en particulier le mécanisme de la parthénogenèse artificielle, s'appliquent donc utilement à la question du phototropisme, et permettent d'établir un parallèle complet entre la parthénogenèse artificielle et le phototropisme. C'est sans doute sous l'influence de ces idées que Lœb, l'an dernier (¹), a essayé l'effet sur l'héliotropisme de l'alcool, de l'acide carbonique, c'est-à-dire des déshydratants. Or, les *Harpacticus fulvus* de Concarneau réalisent dans la nature l'expérience tentée par le célèbre physiologiste américain.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur l'indépendance de la métamorphose vis-à-vis du système nerveux chez les Batraciens.* Note de M. P. Wintrebert, présentée par M. Alfred Giard.

Lœb, en 1896 (²), étudia l'influence du système nerveux sur la métamorphose d'*Amblystoma;* il sectionna la moelle cervicale et constata dans la tête et le tronc les changements chronologiques habituels de la transformation. Cette expérience démontre seulement l'indépendance de deux parties du corps vis-à-vis l'une de l'autre dans la métamorphose, et non l'indépendance de chacune d'elles vis-à-vis de son système nerveux particulier. Il est nécessaire, pour obtenir ce dernier résultat, d'extirper un ruban de moelle avec les ganglions spinaux correspondants, et d'observer ensuite la métamorphose des territoires paralysés. C'est ce que j'ai pu réaliser sur les Urodèles; chez les larves d'Anoures, j'ai suivi la régression de la queue en dehors des centres médullaires.

I. Urodèles : *Salamandra maculosa* Laur. — *Opération.* — Le 16 juillet 1905, j'enlevai à 10 larves, longues de 35mm à 48mm, juste en arrière des membres postérieurs, 8mm à 10mm de moelle caudale, et, dans cette même région, je cherchai par le raclage

(¹) Loeb, *The control of heliotropic reactions in fresh water Crustaceans by chemicals* (*Univ. California Publ.*, t. II, p. 1-3).

(²) *Archiv. für Entwicklgsmech.*, 4, Bd. 3, Hft., p. 502-505.

latéral des corps vertébraux à détruire les ganglions spinaux; ces larves, dont la métamorphose avait été reculée par l'action persistante du froid, présentaient à ce moment des houppes branchiales très développées.

Suites. Résultats. — Sauf 3 larves, qui moururent rapidement, les opérés se métamorphosèrent sans qu'on puisse remarquer dans la région paralysée de la queue une différence ou même un retard dans les changements de coloration habituels; la perte des limbes survint au même moment que dans les territoires voisins. Le 15 septembre, 2 Salamandres opérées survivaient; l'une, volumineuse, bien pigmentée de taches jaunes sur fond noir bleu, présentait encore à la base de la queue une ceinture insensible de 4^{mm} à 6^{mm} de largeur; en arrière de celle-ci, la queue se mouvait à toute sollicitation, mais physiologiquement isolée et pour ainsi dire en dehors de l'animal lui-même; l'autre Salamandre, plus petite et moins bien colorée, présentait, malgré sa croissance amoindrie, une régénération nerveuse manifeste qui la rendait céphaliquement sensible à une piqûre profonde de la queue.

Examen histologique. — Les deux larves présentent une régénération de la moelle venue de l'avant : gaine mince de substance blanche entourant une région cellulaire centrale au centre de laquelle se trouve le canal épendymaire; chez la première larve, la moelle régénérée se termine en pointe à la distance d'un corps vertébral environ du renflement fusiforme formé par la moelle postérieure. *Du côté droit, les ganglions rachidiens sont altérés ou détruits:* la coque du premier ganglion caudal ne contient plus aucune grosse cellule ganglionnaire caractéristique et *les ganglions spinaux correspondant aux quatre racines caudales suivantes sont totalement absents;* chez la seconde, les connexions entre les bouts coupés sont rétablies à la fois par la substance blanche et par le canal épendymaire.

II. Anoures : 1° *Rana viridis. — Régression immédiate de la queue après l'opération faite au temps de la métamorphose. Opération.* — Le 27 août 1905, la moelle de la région sacrée et de la partie antérieure de la queue fut extirpée à sept larves sur le point de se métamorphoser : cette ablation suffit, comme je l'ai montré auparavant, à supprimer les centres nerveux de toute la queue rassemblés à la base derrière les centres des membres postérieurs ([1]).

Suites. Résultats. — La régression des queues paralysées s'effectua en tous points de la même façon qu'à l'état normal. Les longueurs de la queue et du tronc furent consignées périodiquement chez les opérés et chez des témoins normaux pris comme terme de comparaison. La queue met de 15 à 20 jours à disparaître depuis le moment où le membre antérieur gauche fait issue par le spiraculum. Une rapide diminution de longueur s'effectue vers le milieu de la période régressive, quand la fonte préalable des parties molles et particulièrement celle des myotomes a préalablement réduit l'épaisseur de la queue.

La persistance dernière du squelette dans la dégénérescence doit être rapprochée de son apparition précoce dans la régénération ([2]). Son rôle est celui d'un *tissu de soutien*

([1]) *Comptes rendus de la Soc. de Biologie,* 26 mars 1904.

([2]) *Comptes rendus,* 16 août 1904.

autour duquel naissent, s'agencent ou disparaissent les éléments nobles fonctionnels.

2° *Alytes obstetricans. — Régression caudale après une longue période de paralysie. Opération. Résultat.*—Le 29 juin 1903, un lot de larves fut opéré dont les membres postérieurs avaient 5^{mm} et 7^{mm} de long; la résection médullaire fut poussée très avant, de sorte que l'insensibilité n'affectait pas seulement la queue et les membres postérieurs, mais remontait sur le tronc. Vingt-trois jours après l'intervention, deux larves commencèrent leur métamorphose qui s'effectua ensuite régulièrement. La régression de la queue paralysée fut plus rapide que chez les témoins; la queue atrophiée et squelettique était devenue transparente; la chorde axiale s'observait comme une bande plus claire; la régression, par suite de l'atrophie des parties molles, commença d'emblée, pour ainsi dire par la deuxième période, celle de la réduction chordale, et la longueur diminua rapidement dès les premiers jours.

Au mois d'août 1903 d'autres ablations médullaires permirent encore l'observation de métamorphoses analogues. Je dois mettre en relief, à côté de la disparition rapide des queues paralysées au temps de la métamorphose, leur persistance constante malgré l'atrophie des myotomes tant que dure la période larvaire. Bien plus, ainsi que je l'ai déjà signalé, elles sont susceptibles, en cet état atrophique, d'une régénération active (¹).

Examen histologique chez les Anoures. — Chez *Rana viridis* l'ablation médullaire porta sur la région urostylaire; des altérations importantes existaient dans la région lombosacrée chez deux larves dont les membres postérieurs furent lésés. Chez les Alytes l'extirpation fut poussée très loin. On constate chez *Rana* un foisonnement de cellules épendymaires antérieures qui pénètrent la cicatrice. Le bout antérieur de la moelle chez les Alytes est enclos dans un capot fibreux cicatriciel et n'a pour ainsi dire pas régénéré.

Conclusions. — 1° L'ablation de la moelle et des ganglions spinaux démontre, chez *Salamandra maculosa* Laur, l'indépendance complète de la métamorphose vis-à-vis du système nerveux.

2° Malgré l'absence de ses centres médullaires, la queue des larves de *Rana* et d'*Alytes* présente les phénomènes normaux de la régression.

3° Chez les larves d'*Alytes* opérées très tôt on n'observe pas de régression prématurée de la queue dont la forme est conservée; l'atrophie, résultant de la paralysie, détermine seulement une dégénérescence et une disparition plus rapides de l'organe au temps de la métamorphose.

(¹) *Comptes rendus*, 9 novembre 1903.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'inoculation du cancer.* Note de M. **Mayet**, présentée par M. Chauveau.

Depuis la Note présentée à l'Académie le 5 juin 1905 j'ai obtenu trois nouveaux cas de cancer chez des chiens, avec l'injection des produits solubles des tumeurs de l'homme par un mode opératoire nouveau.

La macération, filtrée au filtre de porcelaine dans le but d'éliminer plus sûrement encore tout élément solide, est centrifugée à plus de 2500 tours, la moitié supérieure du liquide étant seule employée, puis l'injection est faite avec une aiguille creuse très fine, et très lentement dans l'épaisseur du parenchyme hépatique.

Dans le premier cas, le liquide employé pour la macération a été un mélange avec $\frac{1}{3}$ d'eau stérilisée du sérum du chien qui a reçu l'injection et qui avait été saigné à la jugulaire 8 jours avant; dans les autres, de l'eau stérilisée.

Les néoplasmes expérimentaux obtenus, développés dans les ganglions du mésentère dans les trois cas, ont présenté, dans le premier, un volume supérieur à un œuf avec végétations surajoutées; dans les deux autres, égal à une petite noix. Le tissu était celui d'un cancer encéphaloïde.

Les tumeurs employées pour la préparation étaient un sarcome récidivé, un enchondrome de la parotide, un cancer du sein. Le tissu du foie ne présentait aucune altération au point où avait été faite l'injection.

Si l'on tient compte du nombre de ces cas positifs, comparé aux échecs si fréquents par d'autres procédés, et du volume du néoplasme du premier animal, témoignage d'une activité de prolifération prédominante, on peut dire :

L'injection dans le parenchyme du foie des produits solubles des tumeurs et la dissolution *in vitro* de ces produits dans le sérum de l'animal mis en expérience paraissent être des conditions favorisantes de l'action excitatrice, chez le chien, de prolifération cancéreuse par les principes solubles des néoplasmes de l'homme.

PATHOLOGIE COMPARÉE. — *Nature pathologique des canalicules de Holmgren des cellules nerveuses.* Note de M. **R. Legendre**, présentée par M. Alfred Giard.

Depuis quelques années, un grand nombre d'auteurs ont décrit, dans le protoplasma des cellules nerveuses de divers animaux, des formations

(réseaux internes, canalicules, lacunes, vacuoles, etc.) auxquelles ils ont souvent fait jouer un rôle important dans la nutrition de la cellule.

En 1900, Holmgren (¹) a consacré une Étude aux *Saftkanälchen* des cellules nerveuses d'*Helix pomatia*. Par une méthode spéciale, il vit que les cellules nerveuses des ganglions buccaux sont entourées d'un riche réseau formé par la fusion des prolongements ramifiés des cellules interstitielles. De ce réseau partent des prolongements qui pénètrent dans le protoplasma des cellules nerveuses, s'y ramifient, s'y dilatent et s'y dissolvent, formant des *Saftkanälchen* qui auraient un rôle nutritif.

J'ai répété les préparations de Holmgren, en employant toutefois une autre méthode qui m'a semblé préférable : fixation au liquide D de Laguesse, puis coloration à la safranine suivie de vert lumière. Voici les résultats que j'ai obtenus :

Les cellules nerveuses d'*Helix* n'ont pas de membrane d'enveloppe, leur surface externe est entourée par des filaments de névroglie qui l'enserrent étroitement. Ces filaments très fins sont les prolongements des cellules interstitielles dont le noyau ovale ou allongé est entouré d'une très mince couche de protoplasma. L'aspect général de ces cellules rappelle celui des astrocytes des Vertébrés. Dans toutes les préparations, un certain nombre de cellules nerveuses montrent, dans la zone externe de leur protoplasma et surtout dans la région d'origine du cylindraxe, des vacuoles plus ou moins régulières, parfois disposées en chapelet, ou des lacunes irrégulières, de dimensions très variables, communiquant entre elles, les plus externes s'ouvrant parfois à la surface, dans les espaces péricellulaires. Ces lacunes sont sans parois propres et ne contiennent aucune granulation. Elles semblent avoir un rôle excréteur.

Très rarement, on voit dans la région d'origine du cylindraxe, au niveau de noyaux de névroglie logés dans des dépressions de la surface de la cellule nerveuse, de minces filaments qui pénètrent dans le protoplasma nerveux et parfois s'y ramifient; ils se terminent à peu de distance de la surface, et l'on ne peut déceler aucun canalicule sur leur parcours.

En asphyxiant des *Helix* par immersion, on voit les filaments et les noyaux de névroglie intracellulaires devenir beaucoup plus fréquents. Les cellules névrogliques s'accumulent autour des cellules nerveuses et pénètrent dans leur protoplasma. Autour des filaments névrogliques intraprotoplasmiques, il y a toujours un espace clair semblable à un canalicule qui s'agrandit en vacuole autour du noyau névroglique; le protoplasma nerveux semble désagrégé autour de cette cellule interstitielle. Tout autour, sur une grande étendue, le protoplasma nerveux a souvent un aspect hyalin. La méthode de Nissl montre simultanément une chromatolyse intense.

J'ai vérifié ces résultats chez *Helix aspersa, Arion rufus, Acera bullata, Doris*

(¹) *Anatomischer Anzeiger*, Bd. XVIII.

tuberculata, Philine aperta, Bulla hydatis, et j'ai remarqué que la cellule nerveuse peut être finalement détruite.

Cette pénétration de la névroglie est semblable à celle que les histopathologistes ont décrite sous le nom de *neuronophagie*. Elle a été signalée par divers auteurs dans un grand nombre d'infections et d'intoxications du système nerveux des Mammifères : rage, tétanos, myélite aiguë, paralysie générale, diabète insipide, botulisme, anémie expérimentale par ligature de l'aorte abdominale, etc.

On ne peut donc accepter l'hypothèse de Holmgren sur le rôle de ces canalicules. Holmgren distingue deux sortes de cellules, des cellules d'une grande dignité physiologique, hautement organisées, dont l'organisation trophique est confiée à d'autres cellules moins nobles dont elles dépendent. Pour lui les *Saftkanälchen*, le *trophospongium* servent à nourrir la cellule nerveuse. Mes observations montrent au contraire que les cellules névrogliques, quand la cellule nerveuse est dans un état pathologique, ont un *rôle phagocytaire* et qu'elles la détruisent.

De plus, le fait que les canalicules de Holmgren ne sont pas morphologiques enlève à la théorie de Fragnito sur l'origine pluricellulaire des cellules nerveuses un important argument.

Ce fait montre aussi l'importance qu'il y a à n'étudier que des animaux non seulement *vivants,* mais encore parfaitement *sains*, les très rares canalicules que j'ai observés sur des animaux vivants provenant vraisemblablement de conditions pathologiques créées par la captivité ou l'inanition.

Enfin, le diagnostic histologique de la rage n'est pas spécifique, comme l'ont d'ailleurs déjà montré Marinesco, Crocq, Debuck et Demoor. La neuronophagie est un phénomène très général, puisqu'on la rencontre dans les états pathologiques les plus variés et chez des animaux très différents.

Si des expériences ultérieures montrent que les canalicules décrits par Holmgren dans d'autres sortes de cellules sont également pathologiques, on ne pourra plus considérer les *Saftkanälchen* que comme un processus de phagocytose.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'Amphibiens dans le terrain houiller de Commentry*. Note de M. **Armand Thevenin**, présentée par M. Albert Gaudry.

Les plus anciens quadrupèdes trouvés jusqu'à présent en France, étudiés surtout par M. Albert Gaudry, provenaient du Permien inférieur d'Igornay, près d'Autun. Nous en connaissons maintenant qui sont un peu plus anciens; ils ont été découverts dans le Stéphanien supérieur de Commentry (¹) et donnés au laboratoire de Paléontologie du Muséum par M. Fayol, l'éminent directeur général de la Société de Commentry-Fourchambault et Decazeville.

On a recueilli une soixantaine d'empreintes de petits Amphibiens qui montrent au premier coup d'œil la forme extérieure de l'animal, se détachant en noir sur le fond gris de la roche et rappelant beaucoup celle d'un Triton actuel. La longueur totale est d'environ 50^{mm}, la queue est moyennement développée (20^{mm}), les membres antérieurs sont un peu plus courts que les postérieurs, les pattes de devant ont quatre doigts, celles de derrière en ont cinq, comme chez la plupart des Urodèles actuels.

Contrairement à ce qui a lieu le plus souvent pour les fossiles, il est plus facile de connaître l'aspect du corps que d'étudier le squelette, mais j'ai pu, sur une trentaine de spécimens mieux conservés, voir le squelette ou les téguments et reconnaître que ces animaux sont génériquement identiques avec ceux qui ont été nommés *Protriton* et *Pleuronoura* en France, *Branchiosaurus* en Bohême et en Saxe et à qui, d'après les règles de nomenclature zoologique et paléontologique, on doit donner le nom de *Protriton*. Ils sont nettement caractérisés : 1° par la forme des vertèbres constituées par un délicat manchon osseux, composé de plusieurs pièces difficiles à interpréter (*Phyllospondyli* de Credner), mais aussi clairement visibles sur les échantillons de Commentry que sur ceux d'Autun, de Bohême ou de Saxe; 2° par le crâne tronqué en arrière sans condyles occipitaux ossifiés; 3° par le carpe et le tarse cartilagineux; 4° par les côtes courtes et droites; enfin, chez l'adulte, par la présence d'un anneau sclérotique et d'une cuirasse ventrale formée d'écailles arrondies.

Les *Protriton* de Commentry présentent des caractères spécifiques différents, et je propose de les nommer *P. Fayoli* en l'honneur du savant ingénieur qui les a découverts.

(¹) Si je considère les fossiles de Commentry comme plus anciens que ceux d'Igornay, c'est d'après les indications qu'a bien voulu me donner M. Zeiller; on sait combien la limite de l'Autunien et du Stéphanien est difficile à préciser.

On sait que M. Credner a pu suivre le développement de *Branchiosaurus salamandroides* de Saxe. J'ai pu voir aussi la métamorphose de *Protriton Fayoli*, mais d'une façon moins complète. Je ne connais pas les premiers stades, et les spécimens les plus jeunes que j'aie observés sont au stade *Pleuronoura;* ils ont déjà des côtes caudales, des vertèbres identiques à celles de l'adulte et un revêtement dermique assez résistant pour que son empreinte subsiste lors de la fossilisation, sans pourtant qu'on puisse y distinguer des écailles. Leur différence capitale avec l'adulte est la présence de branchies dont on voit les parties ossifiées sous forme de petits organes coniques, formant trois séries linéaires à droite et à gauche du cou.

Un peu avant que la larve ne passe à l'état adulte, elle acquiert un anneau sclérotique. Le revêtement dermique se modifie : chez la larve, il avait un aspect chagriné à la face dorsale comme à la face ventrale; on voit apparaître des écailles en rangées régulières disposées en V renversé pour former un plastron ventral; l'ossification de ces écailles a lieu d'abord sur la région thoracique et s'étend ensuite sur l'abdomen. La ceinture scapulaire se complète en même temps que cette armure dermique, la plaque pectorale médiane (*épisternum*) apparaissant en dernier lieu.

Les échantillons de Commentry les plus parfaits présentent les mêmes caractères que les spécimens adultes de Saxe, mais il les présentent à un degré moindre. Leur taille est plus faible, les os du crâne sont moins sculptés, l'anneau sclérotique n'est pas entouré d'une série d'autres petites plaques osseuses, l'épisternum est plus mince et les écailles ventrales sont beaucoup moins distinctes parce qu'elles sont moins ossifiées. On pourrait attribuer ces différences à la diversité d'âge géologique et dire que les *Protriton* de Commentry plus anciens sont, même à l'état adulte, moins évolués que ceux de Saxe plus récents; mais je crois qu'une telle conclusion serait prématurée et qu'il faut attendre d'autres découvertes à Commentry. L'analogie de forme entre les *Protriton* et les *Triton* implique des conditions de vie analogues; les adultes se traînaient dans les lieux humides ombragés au bord des marécages où vivaient les larves; il est remarquable que ces conditions soient celles que les géologues croient avoir été réalisées à Commentry à l'époque houillère.

En même temps que les Amphibiens il y avait des Reptiles, et je ferai connaître prochainement un Reptile trouvé à Blanzy par M. Coste. Puis, je décrirai la forme adulte de *Protriton petrolei* que j'ai observée parmi la faune d'Autun.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Observations magnétiques de l'Observatoire de l'Ebre à l'occasion de l'éclipse de Soleil du* 30 *août* 1905. Note du P. **Cirera**, présentée par M. Mascart.

Parmi les observations faites à l'Observatoire de l'Ebre à l'occasion de l'éclipse 1905 nous avons attaché une importance spéciale à l'étude des variations magnétiques. La section magnétique de l'Observatoire fonctionnait régulièrement depuis la fin de 1904 sous la direction immédiate du P. E. Merveille. Cette section contient deux séries d'appareils de variation de M. Mascart installés dans une cave à température presque constante. Les courbes des appareils enregistreurs développeut un peu plus de 2^{cm} à l'heure : chaque millimètre dans le sens des ordonnées correspond à 1′ pour la déclinaison et à 0,00005 C.G.S. pour les deux composantes. Pour les observations absolues nous employons le magnétomètre Dover *Kew Pattern* et l'inducteur terrestre modèle de Potsdam.

Les valeurs absolues observées avant l'éclipse étaient, pour la déclinaison, le 19 août à $15^h 30^m$, 13°56′ Ouest; pour la composante horizontale, le 15 août à 9^h, 0,23199; pour l'inclinaison, le 14 août à 17^h, 58°9′,4.

Le magnétomètre Dover pouvant nous indiquer les variations de la déclinaison a été envoyé à Alcosebre quelques jours avant l'éclipse et confié au P. A. Willot, qui l'avait au préalable comparé à l'Observatoire avec notre unifilaire.

Un autre magnétomètre Dover appartenant à l'Observatoire de Manille, comparé aussi à notre Observatoire, a été observé à Palma par le P. Sallaberry, agrégé à une mission dirigée par le P. Algué, Directeur du Bureau central météorologique des îles Philippines.

L'Observatoire de l'Ebre se trouve environ à 40°49′,2 latitude Nord et 1′58″,4 longitude Est de Greenwich; Alcosebre à 40°17′ et 0′50″ Est; Palma à 39°34′ et 10′48″ Est. La durée de la totalité a été à Tortosa de 2 minutes 8 secondes; à Palma de 3 minutes et à Alcosebre de 3 minutes 7 secondes. Les trois stations étaient au nord de la ligne centrale : mais Alcosebre tout près de cette ligne.

Les courbes photographiques de Tortosa montrent que les 29, 30 et 31 août ont été jours de trouble magnétique. Cependant la comparaison de nos trois stations entre elles et des observations du jour de l'éclipse indique pour la déclinaison une diminution de la déviation de l'aiguille vers l'Ouest, ce qui a contribué à diminuer l'amplitude de l'oscillation diurne. A Tortosa l'amplitude moyenne du 1er août au 20 septembre a été 11′,8. La moyenne des deux jours qui précédaient a été 12′,2; celle des jours suivants 11′,6, tandis que le jour de l'éclipse l'oscillation n'a été que de 8′,5. Celle-ci est la plus petite observée à l'Observatoire de l'Ebre depuis le 1er août jusqu'à l'équinoxe de septembre.

Il y a aussi à ramarquer l'allure de la courbe du 30 août comparée avec celle de la courbe moyenne diurne depuis le 14 août jusqu'au 15 septembre. Celle-ci accuse depuis 11 a. m. à 1 p. m, une augmentation de 2',4 : mais le jour de l'éclipse à Tortosa elle n'augmente que de 0',7, quantité égale pour Palma ; à Alcosebre l'augmentation n'est que de 0',1. Cet écart de la courbe moyenne s'est manifesté donc plus fort à la station plus près de la ligne de la totalité. A partir de 1 p. m. et après la phase totale l'aiguille, le jour de l'éclipse, ne revient pas comme d'ordinaire vers l'Est, mais elle marche encore lentement vers l'Ouest, et ne commence son retour qu'après 3 p. m. Ce phénomène est encore plus remarquable à Alcosebre.

Ce même jour l'heure du maximum a été comme d'ordinaire avant 2^h dans les stations magnétiques situées loin de la zone de totalité, comme nous le voyons dans les courbes que nous avons reçues de Paris, Stonyhurst, Potsdam ; tandis qu'à Tortosa le maximum n'arrive point avant 2^h : la courbe indique pour 2^h25^m une valeur quelque peu plus grande.

Pour la composante H nous remarquons aussi une diminution dans le maximum qui se produit vers 1 p. m. En prenant la moyenne d'un mois, quinze jours avant et quinze jours après l'éclipse, le maximum tombe entre 1 et 2 p. m. ; mais le jour de l'éclipse à la même heure la composante descend rapidement. La courbe qui avait commencé son allure ordinaire vers 9^h du matin (heure du minimum) augmente assez rapidement, s'arrête après 10^h ; puis il y a mouvement en arrière et, après diverses oscillations, le maximum ne dépasse pas la valeur moyenne du jour. Remarquons que les jours qui précèdent et suivent, malgré l'état de perturbation, la valeur de la composante H à midi a été toujours supérieure à la valeur moyenne du jour ; ce qui n'arrive pas le jour de l'éclipse.

Pour la composante verticale qui d'ordinaire, d'après les moyennes de quinze jours avant et quinze jours après l'éclipse, a son minimum un peu avant midi, ce jour-là, à cette même heure, elle augmentait déjà rapidement et à 2^h elle avait atteint la valeur moyenne du jour.

Un autre point qui frappe dans les trois éléments en examinant nos courbes, particularité remarquée d'ailleurs dans notre courbe des courants telluriques, c'est le calme relatif pendant la totalité et le temps de plus grande obscurité, depuis 1^h5^m p. m. jusqu'à 1^h35^m approximativement, état de calme précédé et suivi par un état de continuelles et petites oscillations.

Notre conclusion serait donc que, malgré les troubles du 30 août, *on remarque dans les trois éléments de variation des phénomènes particuliers, et notamment une tendance générale à revenir dès le début de l'éclipse à la valeur moyenne;* ce que nous croyons pouvoir attribuer probablement à l'influence de l'éclipse. Ce résultat d'ailleurs est conforme avec des théories probables sur l'oscillation diurne.

Je voudrais remercier ici les PP. Willot et Merveille du concours dévoué qu'ils m'ont apporté pour les travaux magnétiques.

M. **Vigouroux** adresse une Note intitulée :

Remarques au sujet d'une Communication de M. P. Lebeau intitulée : « Étude d'un cuprosilicium industriel ». Sur certains cuprosiliciums industriels.

(Cette réclamation est renvoyée à l'examen de la Section de Chimie.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 11 décembre 1905.)

Note de M. *A. Boulanger*, Théorie de l'onde solitaire, etc. :

Page 1004, ligne 6, *au lieu de* $\frac{\partial^2 \sigma}{\partial x^2}$ et $\left(\frac{\partial \sigma}{\partial x}\right)^2$, *lisez* $\frac{\partial^2 \sigma}{\partial \xi^2}$ et $\left(\frac{\partial \sigma}{\partial \xi}\right)^2$

Même page, ligne 9, *au lieu de* $Q = \pi R_0^2$, *lisez* $Q = \pi R_0^2 l$.

(Séance du 18 décembre 1905.)

Page 1149, ligne 4, Prix Damoiseau, *au lieu de* Théorie de la planète, *lisez* Théorie de la planète Eros.

Page 1173, 2e colonne, ligne 13, *au lieu de* Théorie de la planète, *lisez* Théorie de la planète Eros.

FIN DU TOME CENT QUARANTE ET UNIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1905.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXLI.

A

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

MINÉRALOGIE.

D

E

ÉLECTRICITÉ.

F

G

H

I

J

L

M

MATHÉMATIQUES.

MÉCANIQUE.

N

O

P

PÉTROGRAPHIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

PHYSIQUE.

PHYSIQUE DU GLOBE.

R

S

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
37116 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.